

P.432





### MANUAL

# ELEMENTAR E PRATICO

SOBRE

## MACHINAS DE VAPOR MARITIMAS

ANTIGAS E MODERNAS

COMPREHENDENDO AS DE DUPLA, TRIPLICE E QUADRUPLA EXPANSÃO

POR-

C. A. PINTO FERREIRA

Engenheiro machinista, capitão tenente graduado da armada

Segunda edição

FUNDACION JUANELO TURRIANO BIBLIOTECA

LISBOA

IMPRENSA NACIONAL

1888

R. 432 S. 4ANT/25





the second of th

and the control of the state of

de la companya de la

resident and particular and and particular and an experience

# INDICE

Resumo historico.	PAG.
Resulto installed.	
Typos principaes das machinas empregadas na navegação	29
Machina de balanceiros lateraes de Watt	30
Funccionamento da machina	33
Machinas de cylindro oscillante	34
Machinas de tirante directo (horisontaes)	36
Machinas de tirante directo (verticaes)	
Machinas horisontaes de tirante invertido	39
Machinas de tronco ou trunck	40
Machinas de alta e baixa pressão	43
Machina mixta de tres cylíndros.	43
machina mixta do cros of macros	
Principios de mechanica e physica em que assenta o	
trabalho das machinas a vapor (definições)	47
Materia	47
Corpos, sua constituição physica	47
Estado dos cornos	47
Fluidos	48
Fluidos, mudança de estado dos corpos	40
Movimento e repouso dos corpos	48
Inoreia	49
Força.	50 54
Ponto de applicação de uma força	. 51 . 51
Effeito das forças	. 52
Forças motoras, forças resistentes	The state of
Medida das forças	



	PAG.
Movimento	53
Unidade de tempo	53
Espaço, velocidade	53
Movimento de translação, de rotação, helicoidal, uniforme, va-	
riado	54
Movimento periodico	55
Movimento uniformemente variado	57
Velocidade angular	58
Transformações do movimento	60
Força centripta e centrifuga	62
Trabalho mechanico	63
Unidade de trabalho mechanico	64
Cavallo vapor	64
Fricção, especies de fricção	64
Diminuição da fricção	65
Superficies em repouso	65
Tabella da fricção pelo movimento de superficies planas umas	
sobre outras	66
Resistencia devida á fricção de uma valvula de distribuição	67
Fricção dos moentes sobre chumaceiras	68
Trabalho absorvido pelos moentes de um eixo sobre as chuma-	
ceiras	69
Duanniada dag abyraiang da yanan:	
Calor ou calorico	70
Evaporação	70
Vaporisação, ebullição	71
Thermometro	72
Tabella comparativa dos tres thermometros	74
Pressão atmospherica	76
Barometro	77
Manometro	77
Manometro de ar comprimido.	78
Manometro de syphão ou ar livre	78
Manometros metallicos	80
Pressão indicada, pressão absoluta	81
Expansão	82
Condensação do vapor	86
Vacuo	88
Manometro de rarefacção ou de vacuo.	89
Tabella indicando as temperaturas, peso, volumes e velocidades	00
do vapor d'agua em diversas pressões	91
Tabella de pressões atmosphericas comparativas sobre 1 centi-	01
metro quadrado, 1 centimetro circular e 1 pollegada qua-	
drada ingleza	92
Areometro.	



	PAG.
Tabella da densidade ou gravidade especifica da agua tendo dif-	
ferentes quantidades de sal em dissolução e temperaturas cor-	
respondentes	96
The property of the second of	
na venta o oraș il rivivi al mar na ale al la	
The second secon	
Calculos sobre as machinas de vapor maritimas e suas	
principaes dimensões	97
Velocidade ou caminho percorrido por um navio	97
Experiencia de velocidade ou andamento dos navios	98
Trabalho resistente de um navio	98
Determinar a velocidade em nós que deve ter um navio de va-	
por a helice, empregando uma machina de um certo numero	
de cavallos indicados	104
Determinar a força em cavallos indicados que deve ter uma ma-	
china de vapor para imprimir a um navio uma certa veloci-	
dade em nós por hora	104
Proporcionar a força da machina em relação á tonelagem do na-	
vio	108
Formulas apresentadas pelo «Artizan Club», dando as di-	
mensões das partes principaes das machinas de vapor	
para a navegação	109
Moentes da arvore da roda de pás	110
Manivella	110
Cruzeta da haste do embolo	111
Haste do embolo	111
Tirante principal	112
Tirantes lateraes do cylindro.	113
Eixo ou munhão principal do balanceiro.	113
Orificio de distribuição	113
Tubo conductor do vapor	114
Bomba alimentar	114
Balanceiro	115
Bomba de ar	115
Area do tubo de injecção	117
Torneira de injecção, condensador	117
Cruzeta e haste da bomba de ar	117
Tubos de conducção e descarga	118
Botão da manivella	118
Espessura de metal dos cylindros de vapor	120
Valvula de séde dupla ou de equilibrio	120
Machinas de alta e baixa pressão	123
Tabellas das areas relativas dos dois cylindros de uma machina	100
mixta com a pressão media em cada cylindro	128



	PAG.
Valvula de distribuição ou valvula do divisor	133
Tabella da cobertura da valvula distribuidora do lado do vapor	
para fechar-lhe a entrada nos pontos do passeio do embolo	
indicados	135
Formulas apresentadas por mr. Molesworth para o avan-	200
ço e cobertura da valvula distribuidora	136
ço e copertura da varvura distribuidora	138
Condensador de superficie	140
Superficie de condensação	
Vantagens do emprego do condensador de superficie	140
Inconvenientes do emprego do condensador de superficie	141
Formulas de mr. Allan	142
Haste do embolo	142
Embolo	144
Tirante	145
Cavilha da cabeça do tirante ou da cruzeta	146
Botão da manivella	147
Moentes da arvore principal ou das manivellas	148
Plainas das cruzetas	148
Apparelho de deitar a andar	149
Tirantes de suspensão	153
Tiradores dos excentricos	154
Excentricos	154
Bomba de ar	155
Bomba de circulação	156
Bomba de circulação	157
Haste da bomba de ar	
Bomba de alimentação	158
Conductor do vapor	158
Tubos de injecção	159
Arvore das manivellas	159
Manivella ou cambota	160
Parafusos das uniões	161
Annaes de fricção da chumaceira de encosto	161
Chumaceiras do tunnel	163
Bucha do cadaste	163
Diametro dos cylindros de vapor	164
Velocidade do embolo	
The control of the co	
211 new congenium we district Visco messon with sun tellino	
The state of the s	
Caldeiras e carvão	160
Callainer de beirre modie e elte masse	109
Caldeiras de baixa, media e alta pressão	
Superficie de calorico	170
Camara do vapor, superficie da grelha e area da secção da cha-	



	PAG.
Tubos	171
Tabella do diametro das caldeiras, espessura da chapa, passo e	
diametro dos arrebites para pressão de 70 a 80 libras segun-	
do o Board of trade	173
Ventiladores	174
Caldeiras trabalhando em baixa e media pressão	174
Resistencia das caldeiras	175
Apparelhos de uma caldeira maritima	175
Torneira de descarga	176
Torneiras de prova	177
Tubo de vidro de nivel de agua	178
Valvula de segurança	179
Tabella dos diametros das valvulas de segurança em centimetros	181
Manometro de pressão	182
Torneira on valvula de escumação	182
Torneira ou valvula reguladora da alimentação	184
Valvula de nassagem	185
Torneira de tiragem	185
Valvula atmospherica	186
Prova das caldeiras	187
Esquentador	187
Accidentes e causas de explosão nas caldeiras	188
Augmento rapido de pressão	189
Producção difficil do vapor	189
Abatimento subito de pressão	190
Abaixamento do nivel de agua	191
Fugas de agúa ou de vapor	191
Oneimar a caldeira	192
Explosões nas caldeiras	192
Defeitos de construcção	193
Excesso de pressão	194
Idade da caldeira e deterioração pelo uso	194
Depositos ou inscrustações abundantes	195
Misturas explosivas de gazes nos conductos	196
Falta de agua	197
Força percursiva do vapor	200
Ebullição retardada	200
Carvão, suas qualidades e emprego economico	209
Qualidades que deve possuir o carvão para ser empregado nas	
caldeiras maritimas	209
Carvão de fôrma	210
Combustão espontanea	211
Poder de vaporisação do carvão	212
Madeira	
Consumo do carvão	213



	PAG.
Tabella dos valores economicos de differentes qualidades da car-	MAN
vão de pedra	214
Lei reguladora da velocidade dos navios de vapor	217
Achar a velocidade do navio correspondente a uma certa dimi-	
nuição de consumo de combustivel	217
Achar o augmento do consumo de carvão devido a um augmento	
de velocidade do navio	219
Relação entre o consumo do carvão e a extensão de qualquer	mir Z
viagem	219
Uso do panno em um navio de vapor	991
1671-1610 - Company of the property of the second of the s	
rate when de nivel de agua  quada segurance.  ***********************************	
181 COMPONED TO ASSESSED AS VI PROPERTY AS ASSESSED AS A SAN	
Call the control of t	
Propulsores	993
Rodas de pás	993
Recuo.	994
Pressão das pás, centro de pressão, velocidade da roda	001
Trabalho motor effectivo de uma roda	005
Immersão das pás	225
Diametro da roda.	227
Numero de velter de node	228
Numero de voltas da roda	228
Formulas de mr. Molesworth	228
Navios com machinas de rodas	
Diametro da roda de pás	229
Area ou superficie das pás.	230
Immersão das pás, numero de pás immergidas	230
Recuo das pás	231
Helice	231
Variedades de helice	233
Helice de duas abas	233
Helice Mogin	234
Helice de tres abas	235
Diametro do helice	236
Comprimento do helice, area das abas	236
Passo do helice.	237
Velocidade, recuo	
Diametro do helice, superficie de projecção total	240
Passo, comprimento, superficie de projeção das abas, numero	-10
de rotações	
Recuo negativo	242
Achar o passo que corresponde á aba de um helice	
Materia do helice	243
Formulas de mr. Molesworth	
Volcaidada da navia	244
Velocidade do navio	244



	PAG.
Velocidade do helice	245
Passo do helice.	245
Comprimento do helice	
Dados praticos de mr. Allan sobre o helice	
Espessura das abas do helice	
Diametro do helice, area das abas	9/18
Passo do helice	249
rasso do nence	440
When the transfer of the first the value of the property of t	
A SECTION OF SELECTION OF THE PROPERTY III OF STREET THE SECTION OF THE PARTY.	
with the continue and the continue of the cont	ONI
Indicador.	
Maneira de applicar o indicador	
Traçado dos diagrammas e sua explicação	256
Tabella das alturas barometricas e pressões correspondentes	
desde 28 a 31 pollegadas inglezas	260
Força das machinas obtida por meio dos diagrammas	261
Diagrammas diversos	269
Machina mixta horisontal de tronco (Penn)	277
Força das machinas obtida pelo calculo	
Força nominal	280
Força real ou effectiva	
Força absoluta ou indicada	
Tabella das quantidades de trabalho produzidas debaixo de dif-	
ferentes expansões por 1 metro cubico de vapor a differentes	
tensões.	
Tabella da pressão media em libras de vapor durante o passeio	
do embolo, segundo differentes graus de expansão	
Tabella dos logarithmos hyperbolicos	291
All the state of t	
of the of terminant example on thindles for the series of the	
Machinas de triplice e quadrupla expansão, tiragem for-	
çada	
Pressão do vapor nas machinas maritimas	
Maximo effeito util do vapor	. 298
Machinas de triplice e quadrupla expansão	299
Pressão minima do vapor na saída para o condensador	. 299
Velocidade do vapor á entrada dos cylindros de uma machina de	
triplice expansão	
Differentes velocidades de embolo	
Força nominal das machinas de dupla, triplice e quadrupla ex	
pansão	
Pressão media effectiva do vapor n'estas machinas	



	PAG.
Força indicada ou absoluta	304
Achar a area dos cylindros de uma machina de triplice expansão	305
Proporcionar os cylindros para uma machina de triplice expan-	
são	306
Achar os diametros correspondentes dos cylindros de uma ma-	
china de triplice expansão	306
Achar o diametro dos cylindros para uma machina de quadru-	0.00
pla expansão	308
pia expansao	309
Espessura dos cylindros internos em ferro fundido ou aço	309
Transformação das machinas «compound», ou de expansão dupla,	210
em machinas de triplice e quadrupla expansão	310
Tabella dos logarithmos hyperbolicos	312
Tabella da pressão media do vapor nas machinas trabalhando	
com expansão, variando a pressão inicial e sendo a pressão	
final 12 libras	343
Caldeiras de alta pressão maritimas	315
Caldeira de tubos de agua ou de vaporisação instantanea	316
Tiragem forçada	317
Cuidados que deve haver e inconvenientes da applicação da ti-	
ragem forçada	318
Vantagens que é possivel obter com o emprego da tiragem for-	
çada	318
Resultado de experiencia em navios de vapor de guerra france-	la rai
cezes e inglezes empregando a tiragem natural e a tiragem	
forçada	320
m' Montin's	322
Tiragem forçada, systema Martin's	JAA
Tabella comparativa dos resultados obtidos com a tiragem for-	200
çada pelo systema Martin's	322
Tiragem forçada, systema Howden's	323
Tabella das caldeiras.	323
Dimensões das caldeiras	324
Fornalhas circulares, fornalhas de chapa ondulada	325
Tabella das dimensões dos cylindros de algumas machinas de	
triplice expansão recentemente construidas, funccionando com	
vapor a 150 e 160 libras de pressão por pollegada quadrada	326
Vapor «Cidade de Berlim»	327
osanagxo coliqua no olu	
1996 - Company of the second of the second of the second	
The succession of the second s	
Prevenções e modo de remediar alguns accidentes nas	
machinas de vapor e caldeiras	
Fermentação da agua na caldeira	329
Torneiras de prova e de tubo de vidro de nível obstruidas	334
Volvulos de segurança adherentes	



	Pag.
Tubos de caldeira inutilisados	
Abaixamento de nivel da agua.	
Alimentação	
Injecção	
Orificio de inicesso chetruido	220
Orificio de injecção obstruido	007
Mau vacuo.	
Cylindro de vapor	
Empanque metallico do embolo	
Botão de manivella	
Tubo de descarga da condensação	
Helice.	
Haste do embolo ou tirante torto	
Fugas de agua na caldeira	347
Injecção do porão	349
Navio obrigado a encalhar ou vir á praia	349
Entrega de um navio ao inimigo	350
716 The attendent and the stronger also to have the continued with	
At the dependence of relation ${f X}$ common verification and access	
Sign Complete Company Comments	
Instrucções praticas sobre o modo de gerar vapor nas	
caldeiras e pôr as machinas em movimento	
Encher a caldeira ou caldeiras	
Preparar as fornalhas e accender o fogo	
Valvula de segurança	
Esteios ou plumas da chaminé	
Preparar a machina	
Experimentar a machina	
Machina em movimento	
Engenheiro de quarto	
28 Commence of the contract of	
dillus discretarins carcullous de inicion cardenada. Ed., 1925	
A self-asimothe asimple of a XI are subjected in the self-asimple actually	
динемическо висоминисть оопътраная простояни сби	
Principaes condições a que deve satisfazer o constru-	
ctor de uma machina de vapor de systema mixto de	
dupla ou triplice expansão	363
Cylindrós	363
Fixe da machina	365
Condensador	
Bombas de ar.	
Bombas de circulação.	
Reservatorio de condensação.	
	368
Bombas de alimentação e esgoto do porão	
Quadrante e suas peças de movimento	369



	PAG.
Embolos dos cylindros	
Hastes dos embolos	
Cruzetas e plainas	
Tirantes principaes	
Arvore da machina, arvore media	
Arvore do helice	
Tubo do cadaste ou tubo do helice	
Helice.	377
Chumaceiras da arvore media.	377
Chumaceira de rosca ou de encosto	378
Apparelho de virar a machina á mão	379
Caldeiras	380
Apparelhos da caldeira	382
Tubagem e torneiras.	ASSESSED BY
Lubrificação	385
Machina auxiliar de alimentação (Burro)	386
Bomba de serviço do navio	386
Objectos diversos	387
Objectos diversos	901
	389
to—Inspecção	
Experiencias da machina	394
Deveres do engenheiro do quarto	394
Peças principaes de sobresalentes da machina que devem ser	200
fornecidas	396
XII	
Circular do almirantado inglez para o tratamento das	200
machinas e caldeiras maritimas	399
Machinas em geral	399
	400
	401
	404
Caldeiras em geral	
Caldeiras de machinas providas de condensadores de superficie	
	412
	414
Comparação das medidas metricas com as do systema inglez e	
inversamente 445 a	417



# AO LEITOR

Em 1864 publicámos um livro com o modesto titulo de: Manual elementar e pratico sobre machinas de vapor applicadas á navegação.

Em consequencia da rapidez com que a edição d'este livro se esgotou, tivemos numerosos pedidos para uma nova edição, aos quaes não podémos satisfazer porque motivos de ordem moral a isso obstaram; procurámos comtudo na reimpressão de outros, como na 3.ª e 4.ª edição da *Guia de mechanica pratica*, introduzir alguma materia da expendida n'aquelle manual.

Não tendo porém isto satisfeito os nossos desejos, e necessitando fazermos uma nova edição do nosso Opusculo ácerca das machinas mixtas, ou de alta e baixa pressão, julgámos a proposito reproduzir a parte mais importante d'aquelle livro que ao presente julgâmos mais util, juntando-lhe a materia do opusculo, e bem assim alguma cousa do que podémos encontrar de mais interessante na construcção das novas machinas maritimas, para d'este modo correspondermos aos desejos tão instantemente manifestados.



É, pois, o novo livro que vamos publicar uma 2.ª edição do *Manual elementar e pratico sobre machinas de vapor applicadas á navegação*, completamente refundida e augmentada.

Confiâmos portanto que o novo livro será bem acolhido, não só por ser mais interessante, mas tambem por conter mais materia util.

Desculpem-nos os nossos leitores se não formos tão minuciosos quanto a materia o exige; para isso fallecem-nos os meios, comtudo facil é, em obras mais importantes e escriptas por provadas intelligencias na sciencia do engenheiro, encontrar o muito que aqui falta.

STREET ALICE STREET, STREET AND STREET AND STREET, SALVESTON AND STREET



### AOS COLLEGAS

A revolução que n'estes ultimos annos se tem operado no systema das machinas maritimas com o emprego do vapor em pressões mais elevadas, no intuito de economisar combustivel, tem conduzido á adopção de machinas, cujos typos differem muito das que até ha poucos annos se applicavam exclusivamente a este serviço.

Sendo considerado inconveniente e até mesmo perigoso o trabalhar com vapor em alta pressão a bordo dos navios, as machinas empregadas, com excepção de alguns pequenos barcos, eram todas de baixa pressão e condensação. Estas machinas, offerecendo um certo numero de vantagens que não eram para desprezar, com especialidade nos navios de guerra, não conseguiam comtudo obter uma das mais importantes, comparadas com as machinas de terra, a economia do combustivel, pois que, emquanto uma machina do systema Woolf, ou a de alta pressão com expansão e condensação, tendo um só cylindro, gastava pouco mais de 1 kilogramma de carvão por cavallo indicado e por



hora, a machina maritima de condensação gastava o dobro e mesmo o triplo.

Desprezando pois antigos preconceitos pelo que dizia respeito aos perigos que podiam apresentar as caldeiras produzindo vapor em alta pressão, e attendendo a que o aperfeiçoamento da industria, tanto na fabricação do material como na mão de obra, offerecia garantias mais que sufficientes de segurança, os homens da sciencia e da pratica julgaram ser occasião opportuna para introduzir nos motores maritimos os mesmos aperfeiçoamentos dos de terra.

A machina de Woolf modificada foi portanto o typo mais geralmente acceito, como sendo aquelle que melhor poderia realisar o desideratum da economia do combustivel; e a compound engine, ou machina mixta de alta e baixa pressão, bem como a de alta pressão em um só cylindro com grande grau de expansão e condensação, começou a ser empregada, e hoje quasi se não construem outras. A propria marinha de guerra de todas as nações, apesar da prudencia com que costuma estudar questões d'esta ordem, foi por assim dizer arrastada pela opinião geral a seguir o exemplo da marinha mercante, e presentemente as machinas mettidas a bordo dos navios de guerra são todas, com poucas excepções, de systema mixto.

No emtanto o emprego d'este systema de machinas não se teria generalisado, se não se tivesse adoptado o condensador de superficie, que permitte alimentar a



caldeira com agua pura e por conseguinte protegel-a contra as grandes incrustações produzidas pelos saes da agua do mar.

Não se imagine, comtudo, que o beneficio proveniente da economia do combustivel, da adopção de caldeiras de menor volume, do menor espaço destinado a payoes de carvão, ou então do aprovisionamento de um maior numero de dias de consumo para o trabalho da machina (questão da maior importancia), foi obtido sem alguma compensação, tal como o custo mais elevado dos apparelhos, sobretudo pelo que diz respeito ao condensador de superficie com as suas chapas tubulares de bronze e os seus centenares ou milhares de tubos de cobre; o augmento de mais uma bomba; e, finalmente, o custo do material e mão de obra das caldeiras cylindricas, empregando chapa de ferro que chega a attingir 0<sup>m</sup>,025 de espessura com cravações duplas e triplas, fornalhas de chapa caldeada, etc.

Isto não tem effectivamente comparação com a simples caixa ou camara que serve de condensador ordinario de injecção directa, nem com as caldeiras construidas para as machinas de baixa pressão que apenas empregavam chapas de ferro de 0<sup>m</sup>,009 de espessura, sendo só um pouco mais grossa a chapa dos tubos e em algumas a do fundo, e com cravações simples.

A isto devemos ainda juntar um pequeno augmento nas reparações e entretenimento, os cuidados minucio-



sos para evitar a oxydação interna das caldeiras, que póde ter como consequencia o inutilisal-as em muito poucos annos, e a attenção constante no trabalho da machina para obter d'ella o maximo de effeito util. Tudo isto mostra que a economia obtida, no menor consumo do combustivel, tem de soffrer uma reducção, que póde em muitos casos ser importante.

No emtanto as vantagens immediatas obtidas com a adopção d'este systema de machina são de tal ordem, e os interesses da marinha mercante tão importantes, que compénsam sobejamente todos os outros inconvenientes.

Para se imaginarem os cuidados necessarios para fazer bom uso d'estas machinas e tel-as em verdadeiro estado de conservação e segurança, bastará ler a circular do almirantado inglez que apresentâmos traduzida no fim do livro. Ha ali indicações muito uteis e que a pratica já tem sanccionado, outras porém não passam de mero estudo, e a mesma pratica tem demonstrado que os seus resultados são apenas excepcionaes; n'este caso estão as chapas de zinco para evitar a oxydação interna das chapas de ferro da caldeira, e a applicação exclusiva do oleo de crane para a lubrificação interna da machina.

Não quer isto dizer que se devem abandonar a este respeito as prescripções ali estabelecidas, porque se não produzem todo o beneficio que se espera do seu emprego, tambem não offerecem inconveniente, sobre-



tudo o oleo de crane, que tem a vantagem de não ser acido, e não engordurar facilmente os tubos do condensador de superficie.

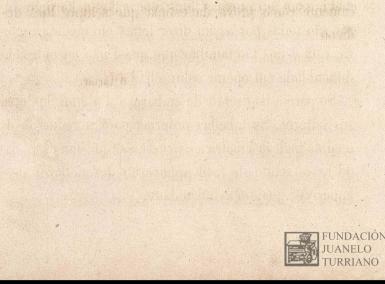
O uso constante do indicador tornou-se tambem uma necessidade, e sem o seu estudo difficilmente o engenheiro poderá com verdadeiro conhecimento de causa estar em dia com a efficiencia do motor que lhe está confiado e conhecer-lhe os defeitos.

Ao facto pois de todas estas difficuldades, que trazem ao engenheiro um grande augmento de trabalho e responsabilidade, lembrámo-nos, escrevendo este livro, de tratar muito especialmente das machinas mixtas ou de alta e baixa pressão, não deixando tambem de occupar-nos do systema de outras que ainda presentemente se empregam, e mesmo dar noticia de algumas que por assim dizer já passaram á historia.

Na esperança, pois, que este nosso trabalho tenha bom acolhimento, porque com elle só tivemos em vista tornar-nos uteis, pedimos aos collegas o acceitem unicamente como prova da estima que sempre lhes dedicou

O Auctor.





and the selection outsing the design of a choice

#### **ADVERTENCIA**

Na materia do presente livro acha-se incluida uma grande quantidade de calculos feitos em medida ingleza, copiados de livros inglezes e com especialidade do livro recentemente publicado por William Allan; a simplicidade extrema d'estes calculos, torna-os recommendaveis, e por isso não queremos deixar de os apresentar.

Poderiamos ir buscar os mesmos resultados em obras francezas que possuimos, mas n'esse caso tornariamos este trabalho muito mais complicado. Alem d'isto, apesar da medida metrica ser a nossa medida official, como a maior parte do ferro que nos serve de materia prima vem de Inglaterra, bem como um grande numero das nossas ferramentas, e as roscas dos nossos parafusos são todas por assim dizer feitas em medida ingleza, esta é-nos tão familiar que quasi não encontrâmos difficuldade em operar sobre ella.

Se porém isto servir de embaraço a algum dos nossos leitores, as tabellas proprias para a reducção da medida ingleza á metrica e vice-versa, que damos no fim do livro, sendo de facil applicação devem fazer desapparecer qualquer difficuldade.



TEMBERSHIP

Bernall Free Edil Wheels all addition expenses over his it. all sample of the control of the control



#### RESUMO HISTORICO

A primeira idéa da applicação do vapor da agua para fazer mover um navio, data de 1543, em que Blasco de Garey, capitão de navios, inventou uma machina ou apparelho para esse fim, plano, modelo ou idéa do qual apresentou ao imperador de Hespanha, Carlos V, tendo a experiencia d'este invento tido logar a 17 de junho d'aquelle anno, a bordo do navio Trindade, de 200 toneladas, no porto de Barcelona, em presença dos commissarios para esse fim nomeados pelo imperador.

Segundo o relatorio dos mesmos commissarios, a experiencia deu bons resultados, andando o navio proximamente 4 legua por hora.

Garey viu pois o seu invento approvado, sendo em compensação promovido e recebendo uma recompensa; porém, ou fosse porque houvesse receio de desenvolver e applicar a innovação, ou porque as idéas do seculo não estivessem em estado de acceitar um melhoramento de tal importancia, o facto é que Blasco de Garey desmontou e desmanchou a sua machina, sem mesmo d'ella deixar vestigios, e nunca mais tornou a fazer tentativa alguma, ficando tudo sepultado no esquecimento.



O navio diz-se ter tido rodas de pás lateraes, e a machina, segundo se suppõe, em vista do atrazo da industria n'aquella epocha, não podia ser outra senão o apparelho mais ou menos modificado de Hero de Alexandria <sup>1</sup>.

Depois d'este facto, só em 1736 a 1737 é que apparece Jonatham Hulls com a mesma idéa de fazer mover um barco em um rio ou canal pela applicação do vapor a uma machina.

Consistia o seu projecto em fazer trabalhar a machina pelo systema da de Newcomen, isto é, fazendo actuar o vapor em um cylindro sem tampa, pelo lado inferior do seu embolo, para o obrigar a subir, e depois, produzindo o vacuo no mesmo cylindro por meio de uma injecção de agua fria, para o fazer descer em virtude da pressão atmospherica exercida na sua parte superior, de modo que o ascenso do embolo era devido ao excesso da pressão do vapor sobre a pressão atmospherica, e o descenso pelo excesso da pressão atmospherica sobre o vacuo mais ou menos perfeito produzido no cylindro.

Na machina de Jonatham o movimento do embolo do cylindro era transmittido a uma roda de pás, collocada na pôpa do navio.

Esta tão importante tentativa foi comtudo infructifera, e a idéa ía quasi caíndo no abandono, se não fos-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Consistia este apparelho em uma esphera de metal ôca, sustida por um eixo horisontal, em que podia mover-se, tendo dois tubos angulares em sentido perpendicular ao eixo. O vapor era introduzido pelo eixo, que era tubular, para o interior da esphera, e saíndo pelos dois orificios desencontrados que os tubos tinham, punha a esphera em movimento de rotação sobre o eixo.



sem as experiencias, ainda que insufficientes, feitas em França, no rio Sena, e em Lyão, por Perrier e pelo marquez de Jouffroy.

Em 1788 Symington procurou tambem fazel-a reviver por meio de novas experiencias, porém ainda com pouca fortuna, pois se achava quasi que desacompanhado de toda e qualquer protecção. Fitch e Ramsey de Philadelphia procuraram tambem pela mesma epocha dar um impulso a esta nova applicação do vapor; essa gloria porém estava reservada para o americano Fulton, que, visitando Symington, examinando os seus trabalhos, e tomando nota dos planos e experiencias feitas por este na Escocia, voltou para a America e fez ahí construir um barco em que collocou uma machina de vapor, que foi lançado ao mar em 1807.

Foi esta a data que marcou justamente a verdadeira applicação pratica do vapor á navegação.

Foi este barco o que primeiro conseguiu obter um resultado satisfactorio, fazendo a viagem entre New-York e Albany, 160 milhas em trinta horas <sup>1</sup>. O seu propulsor eram rodas de pás.

O nome que se segue na lista dos engenheiros de machinas applicadas á navegação é o de Henry Bell, que construiu em 1812 o barco de vapor *Cometa*, no rio Clyde, para fazer a navegação entre Glasgow e Greenock. A força da machina era apenas de 3 cavallos vapor, e o andamento do pequeno barco 5 a 6 milhas por hora. Estas experiencias, coroadas de bom resultado, deram logar a um rapido progresso.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> A machina d'este barco diz-se ter sido feita em Inglaterra por Boulton & Watt, e depois enviada á America.



Nos annos de 1815 a 1820 já se construiram navios para cruzar o oceano, sendo um de David Napier, com o titulo de Rob Roy, que fazia a carreira regular entre Greenock e Belfast; e alem d'este, os vapores James Watt e Soho, fazendo a carreira entre Leith e Londres. As machinas d'estes navios foram construidas por Boulton & Watt. No emtanto os resultados obtidos ainda não davam confiança bastante para o emprego dos navios de vapor em viagens longas; todas estas experiencias porém, fazendo avançar a idéa pouco a pouco, induziram os americanos a mandarem seguir o barco a vapor Savannah atravez do Atlantico em 1819.

Foi esta justamente a primeira vez que o vapor traçou uma ponte atravez o Atlantico, em cujo trabalho levou pouco mais de um mez. Depois d'este grande passo foi Bristol quem primeiro estabeleceu uma communicação regular entre Inglaterra e New-York por meio do vapor *Great Western*, o qual fez a viagem em quinze dias, começando tambem n'esta epocha as viagens do *Enterprise*, entre o Tamisa e Calcutá.

Em França, depois das segundas experiencias feitas por Jouffroy e Perrier em 1816, a navegação a vapor esteve completamente abandonada até 1820, epocha em que se experimentaram alguns pesados e grosseiros barcos movidos por vapor no rio Saone, para fazer concorrencia com os omnibus ou coches conduzidos por cavallos em terra.

O barco mais antigo movido a vapor, de que ha noticia em França, é o construido em 1820 por Steel, engenheiro inglez; este barco fez durante alguns annos viagens entre Rouen e Elbœuf.



Em 1821, uma companhia ingleza, da qual faziam parte Napier e Mamby, mandou para o Sena dois barcos de ferro movidos por vapor, chamados Aæron-Mamby e Sena, sendo estes os que primeiro fizeram em França um serviço regular. Pouco depois, mr. Mamby estabeleceu a sua pequena officina ou telheiro de construcção proximo de París, onde foram construidos mais alguns pequenos barcos, sendo as machinas de alta pressão fornecidas por Cavé.

No emtanto, só de 1825 a 1830 é que os differentes rios e portos de mar da França começaram, por assim dizer, a ser cruzados por barcos de vapor. Infelizmente porém, depois d'esta epocha, uma medonha explosão teve logar em um dos barcos que faziam a carreira no Rhone, e um grande numero de pessoas distinctas de Lyão pereceu n'esta catastrophe.

Este desgraçado accidente lançou sobre a nascente industria franceza um desfavor e desconfiança, que fizeram retardar por muitos annos o seu desenvolvimento. O barco tinha sido construido por mr. Steel, que foi tambem uma das victimas, tendo já perdido uma perna em uma anterior experiencia.

No entamto, os favoraveis successos obtidos em Inglaterra e na America, fizeram renascer a confiança, e mrs. Brettmayer, Bourdon e Clément Rogere organisaram definitivamente nos rios Saone e Rhone uma companhia de barcos de vapor, começando o primeiro a carreira em 1829. Mais tarde, em 1836 a 1838, o Loire e o Sena tiveram tambem seus barcos de vapor. N'esta epocha, porém, já em Inglaterra tanto a navegação fluvial como a marinha de guerra de vapor tinham tomado grande desenvolvimento.



Se em 1837, a maior parte dos grandes portos de mar francezes possuiam barcos movidos por vapor para fazer as carreiras, a marinha de guerra apenas possuia alguns pequenos navios com machinas da força de 100 e 160 cavallos, construidos em Inglaterra ou em In-

dret por mr. Jimgembre.

Foi em 1840 que começaram a construir-se navios de grandes dimensões para os transportes transatlanticos e marinha de guerra; e o desenvolvimento foi já tão importante, que os barcos que anteriormente navegando nos rios apenas obtinham uma velocidade de 9 a 10 kilometros por hora, chegaram a attingir 20 e 24. O verdadeiro desenvolvimento, porém, da marinha de guerra a vapor franceza, data de 1842, quando mr. Mimerel, director das construcções navaes, teve a feliz lembrança de mandar construir doze machinas de 450 cavallos do systema de Watt, de balanceiros lateraes, para fragatas de guerra. Os planos d'estas machinas foram estudados por mr. Steph e Bourdon, sendo os constructores d'ellas Cavé, Halette e Creusot.

Foi á excellente idéa d'este grande homem, que a industria franceza deveu a sua emancipação da tutela ingleza, porque elle forneceu áquelles fabricantes os meios necessarios para montarem os seus estabelecimentos, de modo a poderem construir machinas de grande força. Os fabricantes inglezes que forneceram até esta epocha todas as machinas para a marinha franceza, tanto de guerra como mercante, foram: Barnes e Miller, Napier, Mausdlay, Rennie e Fawcet.

O typo de machina de balanceiros lateraes, montada em uma pesada armação gothica de ferro fundido, que se elevava desde o porão até ao convez do navio,



atravessado inferiormente pela arvore principal, onde se fixavam as rodas de pás, cobertas com immensos tambores de madeira, era até então o geralmente adoptado. Damos um especimen d'estas machinas na nossa estampa 1.ª

N'esta mesma epocha, 1842, a introducção da caldeira multitubular americana veiu dar novo impulso, e collocar em mais solidas bases a navegação a vapor, porque trouxe como consequencia uma reducção de espaço em comparação com as caldeiras de conductos até então usadas, tornando mais facil e rapida a producção do vapor, que pôde empregar-se em pressões mais elevadas do que 10 libras por pollegada ingleza

quadrada.

Este importante melhoramento, junto aos aperfeiçoamentos introduzidos na machina de cylindro oscillante de Penn, constructor em Greenwich, machinas que gosaram, e ainda hoje gosam do favor publico, e que ainda presentemente se applicam aos navios que têem rodas de pás por propulsor; a obrigação imposta aos constructores de tornarem as machinas menos pesadas, e occupando menor espaço, pois que as de halanceiros lateraes chegavam a attingir o peso de 240 kilogrammas por força de cavallo indicado; todas estas circumstancias deram logar á construção de machinas de differentes systemas de acção directa, nas quaes o peso chegou a reduzir-se a 120 kilogrammas por cavallo indicado.

Estes factos reunidos, deram como consequencia o successo extraordinario obtido, tanto pelos vaporesomnibus navegando no Tamisa e construidos por Penn e Spiller, como pelos barcos construidos em Londres



por Miller para o serviço entre Londres e Gravesend; e, finalmente, a velocidade extraordinaria obtida na America pelos vapores de navegação fluvial.

Comtudo o facto capital que veiu fazer do vapor uma necessidade imperiosa e completar o seu emprego, tanto na marinha mercante como na de guerra de todas as nações, foi a applicação do helice como propulsor, substituindo as rodas de pás.

O primeiro barco de vapor que apparece em Inglaterra tendo este propulsor é o Archimedes, construido em 1840. Depois, os resultados obtidos cóm o Rattler em 1842, põem em evidencia as innumeras vantagens que o emprego do helice trazia á construcção dos navios, e sobretudo aos da marinha de guerra, já desobstruindo-lhe o convez para livremente poderem montar a artilheria, já escondendo-lhe o propulsor, que deixava de ser um alvo para o inimigo, já emfim permittindo-lhe armar como um completo navio de véla e poder acostar sem inconveniente. Todas estas vantagens trouxeram uma revolução completa para a construcção das machinas, que tinham que satisfazer a necessidades diversas das anteriormente exigidas.

Appareceu então uma grande variedade de systemas, entre os quaes citaremos: a machina horisontal de acção directa; a machina horisontal transmittindo o movimento á arvore do helice por meio de engrenagens; a machina inclinada de acção directa ou com engrenagens; a de cylindros oscillantes, de engrenagem; a machina vertical de tronco, de engrenagem; a vertical de cylindro invertido, de engrenagem; e muitas outras, e entre ellas as de rotação. O receio de dar grande velocidade ás machinas, como era exigido para



o movimento do helice, fez com que na maior parte d'ellas os constructores empregassem engrenagens, transmittindo o movimento indirectamente; estas porém foram abandonadas dentro em poucos annos, e as machinas foram todas transformadas ou substituidas por outras de movimento directo, sendo as que até hoje ficaram gosando de maior favor, as seguintes: para navios de guerra, as horisontaes de movimento directo, as de tirante invertido e as de trumk ou tronco; e para os navios de commercio, as verticaes de cylindro invertido.

Com estes successivos melhoramentos estava dado o grande passo para o desenvolvimento da marinha de vapor, e centenares de navios de todas as grandezas e proprios para cruzarem em todos os mares foram construidos. No emtanto, na marinha de guerra de todas as nações da Europa, só a Inglaterra e a França é que tinham dado algum pequeno desenvolvimento á construcção dos seus navios de vapor. Foi precisa a guerra da Criméa, em 1855, em que a Russia viu a sua marinha inutilisada, tendo de desarmar a sua esquadra e metter os navios no fundo, para obstar á passagem do porto de Sebastopol, para que as differentes nações comprehendessem que tinha acabado a epocha dos navios de véla poderem ser considerados como machinas de guerra.

Continuou pois desde esta epocha o grande desen-l'e volvimento da applicação do vapor á marinha de guerra, e então, em larga escala, construindo-se grandes navios e applicando-se machinas da força de 500 a 1:000 cavallos nominaes, e obtendo-se na marinha mercante velocidade de 12 e 14 nós por hora.



Um dos factos que corrobora o que acabâmos de expor, é a construcção arrojada do vapor monstro, a que se deu o nome de *Great Eastern*, lançado ás aguas do Tamisa em 1857, saído dos estaleiros de Scott Russel em Londres. Este vapor media 23:000 toneladas, e a força nominal das suas machinas era calculada em 3:000 cavallos nominaes. Esta obra gigantesca era devida a mr. Brunel.

Esta montanha de ferro, pois que o navio era todo construido d'este metal, tinha as seguintes dimensões: 207 metros de comprimento entre perpendiculares, 25<sup>m</sup>,5 de largo, ou de bôca, e 18 de pontal, ou altura da quilha ao convez.

Era dividido interiormente no sentido do comprimento por nove divisorias estanques, formando dez corpos ou quarteladas de 18 metros, perfeitamente independentes, para, no caso de accidente de entrada da agua em qualquer d'elles, poder isolar-se dos outros.

Alem d'isto, o navio da linha de agua para baixo era construido no systema cellular, isto é, eram dois cascos mettidos um dentro do outro e seguros por meio do cavername, de modo a deixar um espaço de 0<sup>m</sup>,85 entre um e outro forro. Este systema de construcção tinha por fim diminuir o perigo de qualquer rombo feito no forro exterior do navio, porque, n'este caso, seria ainda protegido pelo forro interior, tendo mais a vantagem de, sendo necessario, poder alastrar o navio, admittindo agua entre os dois forros, por meio de valvulas collocadas no fundo, e por esta fórma conserval-o sempre em boas condições de navegação; o peso de agua que podia ser admittida nas camaras entre os dois forros era de 2:500 toneladas.



A feição caracteristica do emprego das machinas n'este navio era a applicação combinada dos dois propulsores, rodas e helice, sendo as machinas de baixa pressão e condensação, as maiores até então construidas. Dez caldeiras com cento e doze fornalhas forneciam o vapor para os immensos apparelhos.

O andamento do navio foi calculado em 18 milhas por hora, velocidade que não foi possivel conseguir, pois que a média que obteve nas poucas viagens que

fez não excedeu 13 milhas.

As machinas que serviam de motor ás rodas de pás eram quatro de cylindros oscillantes, tendo cada um 1<sup>m</sup>,86 de diametro e 4<sup>m</sup>,26 de passeio do embolo. A sua velocidade, que era de 11 passeios duplos por minuto, com vapor á pressão de 15 libras por pollegada ingleza quadrada, podia ser augmentada a 18 passeios duplos do embolo por minuto, com a pressão do vapor a 25 libras sem inconveniente. N'estas condições as machinas desenvolviam uma força de 5:000 cavallos.

Estas machinas foram construidas por Scott Russel.

O diametro das rodas de pás era de 17<sup>m</sup>,04 e o peso de cada uma completa de 90 toneladas.

As machinas que serviam de motor ao helice eram horisontaes, de tirante directo; compunham-se de quatro cylindros de 2<sup>m</sup>,12 de diametro e 4<sup>m</sup>,21 de passeio do embolo, e foram construidas por James Vatt. A força total effectiva desenvolvida pelos quatro cylindros era de 4:500 cavallos, trabalhando com vapor á pressão de 15 libras por pollegada ingleza quadrada, ou uma atmosphera, dando 46 rotações a arvore da machina por minuto; trabalhando com vapor a 25 libras de pressão e dando a arvore 55 revoluções por minu-



to, a força desenvolvida era de 6:500 cavallos effectivos.

Pelo que fica expendido, a força total desenvolvida pelos motores das rodas e do helice elevava-se á enorme cifra de 11:500 cavallos.

A quantidade de carvão precisa para produzir esta força eram 250 toneladas por dia!

O diametro do helice era de 7<sup>m</sup>,30, e sendo o passo de 13<sup>m</sup>,40, tinha quatro abas e pesava 37 toneladas.

Este navio, uma das obras maritimas mais arrojadas dos nossos dias, teve a infelicidade de não corresponder ao que se esperava, nem pelo que diz respeito ao aproveitamento do effeito util dos dois propulsores combinados, porque o andamento foi sempre muito inferior ao calculado, nem á maneira como se conduzia no mar em occasião de mau tempo. Sendo destinado ás viagens entre Inglaterra e a America do Norte poucas pôde fazer, e depois de alguns contratempos teve de deixar de navegar como paquete, e foi empregado em outros serviços. Em 1861 a 1866 foi o *Great Eastern* applicado ao lançamento do cabo submarino na Terra Nova. O cabo pesava 4:500 toneladas, contribuindo assim para as rapidas communicações telegraphicas entre a America e a Europa.

Consta que este navio foi ultimamente vendido em Liverpool por 650:000 francos a mr. Thomas Brown, de Londres, representante de uma companhia australiana.

Esta companhia vae substituir as antigas machinas do navio por outras novas de triplice expansão, de typo moderno, das quaes se espera poder obter para o navio uma velocidade de 20 milhas por hora. Diz-se que



estas machinas serão construidas nas officinas de Fairfield, e que o seu custo será de 3.000:000 francos, ou 540:0000\$000 réis, e affirma-se que o Great Eastern, remoçado, será empregado para viajar entre a Australia e a Nova Zelandia.

Conseguidos pois tão excellentes resultados, e resolvido, por assim dizer, tão perfeito quanto possivel o problema da navegação de vapor, parece que pouco haveria a fazer, a não serem alguns melhoramentos de detalhe sem grande importancia. Não aconteceu porém assim: duas questões importantes e de difficil solução se apresentavam ainda para resolver, eram como que dois pontos negros marcados no bello quadro da applicação do vapor á navegação. Um era a incrustação das caldeiras, devida aos saes depositados pela agua salgada; a outra, o grande consumo de combustivel, devido não só á primeira d'estas causas, como ao systema das machinas empregadas, comparadas com os motores fixos em terra, cujo consumo era menos de metade. Comprehende-se quanto esta questão era importante, em vista da força enorme dos motores dos navios de vapor, já então empregados.

A primeira d'estas questões não tinha escapado a James Watt, que conheceu quanto seria vantajosa a applicação de um condensador de superficie ou de contacto, que podesse fornecer agua pura ás caldeiras; não conseguiu porém realisar mais esta parte importante

para as machinas de mar.

David Napier em 1821 fez a experiencia de uma especie de condensador de superficie, que empregou na machina do vapor *Post Boy*, mas tambem sem resultado, tendo de abandonar o seu plano.



Apesar de muitos constructores pensarem no modo de obter este desideratum, estava reservada a resolução do problema a Samuel Hall, de Basford, o qual tirou privilegio em 1835 para o emprego de um condensador de superficie, que estabeleceu nas machinas do vapor Vilberforce em 1837. Os resultados não foram porém tão satisfactorios, que o não levassem a procurar melhorar constantemente o seu invento, no que despendeu a sua pouca fortuna, morrendo pobre.

Alguns engenheiros procuraram depois aproveitar as idéas de Hall, mas, não tendo conseguido melhores resultados, e tendo de luctar com prejuizos inveterados, tiveram de abandonar a idéa. Foi preciso que passassem vinte annos depois do emprego do helice, para que a idéa da applicação do condensador de superficie tornasse a reviver.

Em 1858, Randolph et Elder têem a idéa de applicar no vapor *Royal Bride* uma especie de condensador de superficie, que era formado por alguns tubos collocados perto da quilha, na parte exterior do navio logo abaixo do tubo do cadaste por onde sae a arvore do helice; systema devéras engenhoso, mas que não só era inconveniente, como não deu o resultado desejado.

Só em 1860 é que apparecem os primeiros navios, empregando condensadores de superficie, porém ainda sem grande resultado; foi preciso que passassem ainda mais cinco annos, para em 1865 começar este apparelho com os melhoramentos introduzidos a ser devidamente apreciado e o seu emprego a generalisar-se.

Os engenheiros constructores de machinas maritimas chegaram então a convencer-se que a condensação do vapor por contacto era, não sómente uma necessi-



dade, mas tambem um incitamento ao emprego do vapor em mais alta pressão. Foi então que as caldeiras começaram a construir-se para fornecerem vapor a 25 e 30 libras de pressão, ou duas atmospheras, d'onde resultou o emprego mais vantajoso da expansão do vapor em mais alto grau nas machinas, obtendo-se por este meio uma economia de carvão já apreciavel.

Foi isto mais um passo que fez avançar a idéa de poder applicar-se o vapor em pressões mais elevadas. John Elder pensou então em adoptar o systema da machina de Woolf, que tão excellentes resultados economicos dava nas machinas de terra, ás machinas maritimas, e n'este sentido fez construir alguns navios como o Royal Bride, em que a machina tinha quatro cylindros invertidos, de tirante directo e de condensador ordinario, por não ter dado resultado o condensador de superficie, feito de tubos collocados exteriormente ao navio. Mr. John Elder foi um dos constructores que mais contribuiu para a adopção do systema de machina de alta e baixa pressão; e as suas machinas, construidas em 1864, para vapores de rodas com caldeiras, podendo resistir a uma pressão muito superior, e com condensadores de superficie, conseguiram obter uma economia consideravel em combustivel, pois que a despeza por cavallo e por hora desceu a 2,5 libras ou 1k,133.

Conhecido este magnifico resultado, operou-se uma revolução completa no systema das machinas empregadas, e uma grande parte das existentes foram logo transformadas, com especialidade as de cylindros verticaes invertidos, que se prestavam a esta transformação, fazendo collocar um novo cylindro mais pequeno sobre o já existente, e ligando os dois embolos pela



mesma haste. No pequeno cylindro era o vapor admittido á pressão de 50 a 60 libras ou 4 atmospheras, soffrendo ahi um certo grau de expansão; d'este passava ao grande cylindro, onde, por expansão tambem, continuava a funccionar, dirigindo-se por fim ao condensador.

Este novo systema de machina funccionando com vapor a uma pressão tão elevada, trouxe como consequencia a necessidade da substituição das caldeiras de faces planas por caldeiras cylindricas, construidas com chapa muito mais grossa, e com juntas cravadas com dupla e tripla ordem de arrebites, conseguindo-se d'este modo o poderem presentemente estas caldeiras funccionar a 80 libras de pressão de vapor.

A maior parte, se não todas as machinas que foram transformadas, funccionavam com condensador ordinario, o que era ainda um obstaculo á verdadeira economia do combustivel. Tornou-se então, por consequencia, verdadeiramente imperiosa a necessidade do emprego do condensador de superficie, e este apparelho, constantemente melhorado, é hoje geralmente empregado, e nem mesmo seria possivel o progressivo desenvolvimento da adopção das machinas de alta e baixa pressão, sem elle (est. 2.ª, fig. 4.ª). Resumindo, pois, vejamos quaes foram os melhoramentos introduzidos nas machinas maritimas n'estes ultimos quarenta annos:

1.º Suppressão das machinas de balanceiros lateraes empregadas no movimento das rodas de pás, e substituição por machinas de differentes systemas de movimento directo, sendo as mais importantes as de cylindros oscillantes de John Penn.



2.º Adopção da caldeira americana multitubular, e na mesma epocha a applicação pratica do helice como propulsor.

3.º Melhoramentos no condensador de superficie

de Hall e sua adopção.

4.º Augmento progressivo da pressão do vapor nas caldeiras, sua construcção mais resistente e emprego

de maior grau de expansão nas machinas.

5.º Transformação das machinas de baixa pressão em machinas do systema de Woolf, ou de alta e baixa pressão, e construcção de caldeiras cylindricas para pressões elevadas.

Ao que fica expendido devemos ainda juntar:

Em 1840 o tempo empregado por um navio de vapor em fazer uma viagem de Inglaterra a America era, termo medio, 14 dias; presentemente a mesma viagem, póde fazer-se em 7 dias e 20 horas, ou sejam 8 dias.

Em 1840 o consumo do carvão era em média 6 libras, ou proximamente 3 kilogrammas por cavallo indicado de força da machina; presentemente, com a adopção da machina de alta e baixa pressão com condensador de superficie, é 1 kilogramma para a mesma força.

Em 1840 pouças eram as machinas montadas que tivessem mais de 500 a 1:000 cavallos de força indicada; presentemente as machinas, desenvolvendo seis vezes esta força ou 6:000 cavallos e mais, não são raras: tanto na marinha de guerra como n'esses immensos paquetes da marinha mercante.



range and reach a swifting of sont companies in a takens APPENDING OF THE OPERATOR OF A TOMORY DESIGNATION OF THE ORIGINAL PROPERTY OF THE OPERATOR OF



#### egal terbet sitteraner Hissa an tharmen reven

## TYPOS PRINCIPAES DAS MACHINAS EMPREGADAS NA NAVEGAÇÃO

Os elementos sobre os quaes se baseia a construcção de uma machina de vapor maritima, são os mesmos empregados na machina fixa de condensação.

A força motora de ambas deriva da pressão mais ou menos consideravel exercida pelo vapor de agua, actuando sobre uma peça movel em sentido opposto a

um vacuo mais ou menos perfeito.

Temos portanto em ambos os casos a caldeira ou gerador do vapor; um cylindro ou receptor do vapor, munido do seu embolo com haste; valvulas ou valvula de distribuição; um condensador, vaso ou capacidade fechada, na qual o vapor se projecta depois de ter funccionado no cylindro, e onde é condensado, tornando ao seu estado primitivo (agua), e produzindo o vacuo; uma bomba de ar, destinada a esgotar a agua e vapor ou materias gazosas que não tenham sido condensadas; e uma bomba alimentar destinada a fornecer á caldeira uma quantidade de liquido igual ao que foi tranformado em vapor.

São estas as partes principaes de que se compõe uma machina de vapor de condensação, alem das peças de transmissão de movimento, seja ella fixa ou applicada á navegação, e seja de que systema for.



Todos os complicados apparelhos e peças de que se compõe uma machina de vapor, têem unicamente por fim o produzir o movimento de rotação de um eixo ou arvore principal, na qual se concentra toda a força desenvolvida pelo motor, para d'ahi se derivar ou dividir por differentes eixos, que a seu turno vão transmittir uma parte d'essa força ás differentes machinas ou engenhos destinados a uma tal ou qual producção, isto nas machinas fixas; nas machinas maritimas, porém, a arvore motora transmitte directamente toda a força recebida, ao propulsor do navio, quer este seja a roda de pás quer o helice.

Supposto isto, vamos descrever os typos principaes das machinas que ao presente se empregam na navegação; antes, porém, não podemos deixar de descrever, ainda que não seja senão como homenagem á historia, a machina primitiva, fructo da privilegiada intelligencia do immortal Watt, e á qual se deve a resolução do importante problema da navegação a vapor,

Machina de balanceiros lateraes de Watt. — Esta machina encontra-se na estampa 1.ª, fig. 1.ª e 2.ª

A fig. 1.ª é a vista de face, e a fig. 2.ª um córte vertical para mostrar o interior do cylindro, condensador e bomba de ar.

O exame d'estas figuras mostra-nos que a machina se compõe, em primeiro logar de uma grande peça de ferro fundido a a, que serve de base a todo o systema e que toma o nome de fixe da machina. É sobre a face superior do fixe, que assentam as differentes peças, começando pelos montantes K, K, que, collocados um de cada lado, servem como de paredes para sustentarem todos os orgãos e eixos de movimento da machina.



Na parte posterior do fixe, assenta o cylindro, ou receptor do vapor A, munido do competente embolo E, com sua haste D, a qual sáe fóra da tampa L do cylindro, sendo a sua passagem vedada á saída do vapor pelo bucim e caixa de estofo x. Esta haste recebe no extremo superior a cruzeta g, que forma com a haste um T, cujas extremidades vão ligar a dois tirantes lateraes R, que descem um de cada lado do cylindro a pegar nas cabeças do respectivo balanceiro.

Na tampa e fundo do cylindro existem duas valvulas de escape e e', que servem para o purgar da agua que exista dentro d'elle, ou pela que for projectada em quantidade superior de envolta com o vapor vindo da caldeira; estas valvulas são carregadas com um peso um pouco superior á pressão de regimen do vapor no trabalho da machina; tt são os dois orificios de passagem do vapor para o interior do cylindro; d d a valvula distribuidora, na fórma chamada de D longo.

A haste d'esta valvula projecta-se para fóra da competente caixa, para receber o movimento que lhe é transmittido pelo excentrico, montado na arvore da machina, e cujo tirador está indicado pela letra O.

O espaço B é o condensador, onde se projecta o vapor á saída do cylindro; r, é o tubo ligado á torneira de injecção, e pelo qual entra a agua fria do exterior do navio, que, caíndo em fórma de chuva sobre o vapor, o condensa, roubando-lhe o calorico; qq são as valvulas de inducção, ou aspiradores da bomba de ar C. Esta bomba é munida do seu embolo F, no qual ha duas valvulas de alçapão, para darem passagem ao vapor condensado no descenso do embolo; a sua haste z liga-se na parte superior a uma cruzeta x', a qual re-



cebe de cada lado o extremo de um pequeno tirante, que vem ligar-se aos balanceiros II. As valvulas de extracção, ou descarga pp, dão passagem á agua da condensação para o reservatorio H; a valvula s' é por onde se faz a descarga para o exterior do navio, e por isso toma o nome de valvula de descarga da condensa $c\tilde{a}o$ ; T representa a secção do tubo de descarga; D é a valvula de purqar a machina, a qual fica sempre no extremo opposto ao cylindro: II é o balanceiro da machina (ha dois, um de cada lado). São estas peças que, recebendo o movimento transmittido pelo embolo do cylindro de vapor, por meio da cruzeta q e dos tirantes a ella ligados, o transmitte a todos os outros orgãos da machina. Estas peças têem o seu centro de movimento no ponto N, e o seu giro ou passeio achase indicado por linhas pontuadas.

No extremo opposto áquelle em que os balanceiros recebem o movimento, acham-se collocadas duas cabeças de estropo n, as quaes ligam aos extremos da cruzeta principal g', onde veste a extremidade inferior do tirante principal h'. O extremo superior d'este tirante termina em uma cabeça de estropo, que veste no botão de manivella y; esta recebe no olho a arvore principal P, das rodas de pás; v, é a valvula de expansão da machina; p, o raio do parallelogrammo, que serve para conservar a haste do embolo sempre perpendicular no seu movimento; e m m', são os olhaes dos montantes onde vestem as cavilhas que os atracam um ao outro.

Nos extremos da cruzeta x', da bomba de ar, costumam estar ligados os embolos das bombas de alimentação; assim como os das que esgotam o porão, se en-



contram em dois munhões medios dos balanceiros. As peças da machina, que não são visiveis na fig. 1.ª, podem ver-se na fig 2.ª, onde as mesmas letras designam peças iguaes.

Funccionamento da machina. — O vapor opera n'esta machina como em todas as de condensação. Depois de aberta a valvula de passagem do vapor da caldeira, este, vindo pelo tubo conductor, apresenta-se na valvula de garganta b, ou de deitar a andar a machina. Esta valvula, depois de aberta, bem como a de expansão, dá passagem ao vapor para a caixa do divisor f; o vapor então entrará pelo orificio t do cylindro, que n'essa occasião estiver aberto (no caso da presente figura é o orificio superior), e por conseguinte obrigará o embolo a descer até completar o seu passeio. Quando este chega á parte inferior, já a valvula distribuidora tem mudado de posição, e, dando entrada ao vapor pelo orificio inferior, impellirá o embolo a subir, emquanto que o orificio superior, ficando em communicação com o condensador B, dá saída ao vapor para este vaso. Na sua passagem encontra o vapor um jacto de agua fria que o condensa, produzindo então o vacuo mais ou menos perfeito, não só no condensador, como na parte superior do embolo que se acha em communicação com elle.

A agua e vapor condensado são depois aspirados no ascenso do embolo da bomba de ar, passando pelas valvulas qq, e no descenso do embolo através d'este para a sua parte superior, indo depois passar pelas valvulas pp, para o reservatorio da condensação, saíndo finalmente para fóra do navio pela valvula s' e pelo tubo T.



É a este reservatorio que as bombas de alimentar as caldeiras vem buscar a agua para esse fim, que vae n'uma temperatura de 36° a 40°.

O movimento oscillatorio ou circular alternativo dos balanceiros, em volta dos munhões que lhe servem de centro, e que lhe é transmittido pelo ascenso e descenso do embolo do cylindro, communica-se no extremo opposto, por meio da respectiva cruzeta, ao tirante principal h', que, ligando ao botão da manivella y', põe esta em movimento de rotação, e por conseguinte a arvore principal P das rodas de pás. Estas machinas são de acção indirecta.

Chamam-se machinas de acção directa aquellas em que o movimento da haste do embolo se transmitte directa e immediatamente á manivella, por meio de uma só peça chamada tirante, o qual transforma o movimento rectilineo alternativo do embolo do cylindro, em circular contínuo da manivella estampa 2.ª, fig. 5.ª, h'.

Machinas de cyilndro oscillante. —Estas machinas, representadas na estampa 2.ª, fig. 3.ª e 4.ª, são de todas as de acção directa empregadas para o propulsor, rodas de pás, quasi as unicas que chegaram até ao presente, isto devido, não sómente á sua elegante simplicidade, como á reunião de um certo numero de vantagens difficeis, se não impossiveis de obter em outros systemas.

A sua denominação deriva da construcção dos seus cylindros e da maneira como elles funccionam, oscillando para um e outro lado em volta de dois munhões, que sustentam o cylindro em equilibrio, servindo ao mesmo tempo, um d'elles, de tubo conductor do vapor e o outro de tubo de saída.



Pelo exame das fig. 3.ª e 4.ª, ver-se-ha que n'esta machina não existe tirante. A haste do embolo é que vem ligar directamente ao botão da manivella, sem nenhum auxilio de guias ou parallelos; o movimento de rotação d'esta, é motivado pela oscillação do cylindro para um e outro lado, e o movimento da valvula distribuidora tambem deriva da oscillação do cylindro; a bomba de ar é fixa e mandada directamente pela arvore motora, e o condensador é formado pelo fixe da machina.

As tampas dos cylindros d'estas machinas têem uma grande altura de caixa de estofo e bucim, com o fim de auxiliar a resistencia da haste do embolo no seu movimento, e dividir a fricção e o gasto por uma grande superficie, e por conseguinte dar-lhe maior duração. Com o mesmo fim, os munhões tambem têem um grande desenvolvimento de superficie, contribuindo assim da mesma maneira para evitar a sua ovalisação.

Estas machinas são applicaveis a toda a sorte de barcos de rodas de pás, e mesmo para os de helice, quer sejam para navegar em rios, quer no alto mar; no emtanto, para este ultimo propulsor, o seu emprego é muito restricto. Construem-se pois, segundo as necessidades a que têem de satisfazer, cinco variedades de typos d'estas machinas, a saber:

1.º Machinas oscillantes verticaes rectas. — São as mais empregadas para o movimento das rodas de pás.

2.º Machinas oscillantes verticaes invertidas. — São exactamente como as precedentes, com a differença de que o cylindro é collocado sobre montantes e invertido, ou voltado para baixo, ficando a arvore da machina inferiormente. Esta disposição foi adoptada para poder



ser applicada ao movimento directo da arvore do helice. Estas machinas são raras.

3.º Machinas oscillantes inclinadas rectas. — Offerecem a mesma disposição das antecedentes, com a differença do cylindro estar collocado em uma posição inclinada. Tambem são empregadas para o movimento das rodas de pás.

4.º Machinas oscillantes inclinadas invertidas. — É a mesma disposição exacta das antecedentes, tendo os cylindros invertidos, para poderem transmittir o movimento á arvore do helice. São raras estas machinas.

5.º Machinas oscillantes horisontaes. — De todos é este o typo mais empregado para o movimento do helice em alguns pequenos navios.

Machinas de tirante directo (horisontaes).— Estas machinas differem das que ficaram descriptas em terem os cylindros fixos, e a posição horisontal tornase necessaria para o movimento do helice. Têem o inconveniente do pequeno comprimento do tirante, mas apesar d'isto são muito empregadas na marinha de guerra, porque as machinas motoras dos seus navios precisam estar assentes abaixo da linha de agua, para ficarem protegidas contra os effeitos da artilheria inimiga (est. 1.ª, fig. 5.ª).

Quando esta construcção tem logar, os cylindros são assentes a um lado, e os condensadores e bombas de ar ao outro como na estampa 1.ª, fig. 5.ª, ficando a arvore da machina no meio e ao centro do navio. As bombas de ar, de alimentação e de esgoto do porão costumam ser mandadas por meio de hastes que partem directamente do embolo do cylindro de vapor. A mesma haste forma muitas vezes o embolo d'estas duas ultimas



bombas; outras vezes, as de esgotar o porão são mandadas pela arvore da machina por meio de um excentrico e competente tirante.

As bombas de ar são geralmente de duplo effeito, que têem a vantagem de possuirem menor diametro, alem de satisfazerem melhor em relação á velocidade com que funccionam.

N'estas machinas, o movimento rectilineo da haste do embolo é obtido por meio da cruzeta, cujas extremidades vestem em dados, que correm em guias ou parallelos, geralmente um de cada lado do cylindro.

Ha uma grande variedade de machinas de tirante directo, sendo cinco as principaes, contando com a que fica descripta, que é a mais geralmente empregada; os

outros typos são:

Machinas verticaes de tirante directo. — O seu emprego é mais geral em machinas de terra; nas de mar só se emprega nos navios de rodas e muito excepcionalmente.

Machinas verticaes de tirante directo e cylindro invertido.—Estas machinas, mais geralmente conhecidas por machinas pilão, são quasi que o unico typo adoptado para os navios do commercio, tendo o helice por propulsor, porque reune um certo numero de vantagens difficeis de obter com outro qualquer systema, sendo as principaes: 1.º, o pouco espaço occupado no navio no sentido do comprimento; 2.º, simplicidade na transmissão directa do movimento ao helice; 3.º, grande comprimento de tirante, que facilita o movimento da machina, e a sua construcção muito condensada, que torna facillimo o exame de todos os seus orgãos de movimento. A maior altura exigida por estas machinas



não offerece inconveniente nos navios de commercio, que não precisam que ellas sejam protegidas como acontece aos navios de guerra.

Machinas inclinadas de tirante directo. — Esta disposição de machinas, em que os cylindros formam um angulo de 45° com o horisonte, tem por fim obter um maior comprimento de tirantes. A sua applicação é muito restricta e só em navios de rodas de pás.

Machinas inclinadas de tirante directo e cylindro invertido. — São raras estas machinas, sendo iguaes ás precedentes, com a differença da posição dos cylindros para poderem ser applicadas ao movimento do helice.

Machinas horisontaes de tirante invertido. — É uma disposição de machinas adoptada para evitar o inconveniente do pequeno comprimento do tirante. A fig. 6.ª, estampa 1.ª mostra a disposição de uma d'estas machinas.

O embolo do cylindro tem duas hastes em sentido obliquo ao plano vertical, passando pelo eixo do cylindro. Estas hastes vão ligar a uma cruzeta em fórma de , cujos extremos vestem em dados, que giram guiados em parallelos, formados na parte exterior do condensador. É d'esta cruzeta que parte o tirante que vem ligar á manivella do eixo, ou arvore principal da machina, que se acha por esta fórma collocada entre as hastes do embolo, passando-lhe uma superior e outra inferiormente.

Ha só outra variedade de machinas d'este systema: é a vertical recta de tirante invertido, empregada para o movimento das rodas de pás, mas que é muito rara presentemente. Esta machina é chamada de campanario.



Machinas de tronco ou trunck. — As machinas d'este systema (est. 1.ª, fig. 7.ª), são construidas de modo, que o tirante principal suppre a haste do embolo, vindo um de seus extremos ligar em uma articulacão no centro do embolo do cylindro, emquanto que a outra extremidade vae á manivella; d'esta fórma, o tirante tem um movimento oscillatorio dentro de grande tubo ou tronco, que faz parte do embolo e sáe fóra da tampa do cylindro. O diametro do tronco é limitado pela amplitude da oscillação do tirante, em virtude do movimento de rotação da manivella. Em algumas machinas, o tronco continua pelo lado opposto do embolo, saíndo pelo fundo do cylindro, disposição esta, que tem por fim igualar o trabalho desenvolvido pelo vapor em ambas as faces do mesmo embolo, e contribuir para que as paredes do cylindro se gastem menos pelo uso nas machinas horisontaes.

Estas machinas estiveram em grande favor durante muitos annos, apesar dos inconvenientes que se lhes notam, sendo os principaes: o maior diametro do cylindro para produzir a mesma força; a difficuldade de conservar o grande bucim em volta do tronco perfeitamente vedado ao vapor e ao ar; e, finalmente, o resfriamento do vapor operado pela saída e entrada constante do mesmo tronco no cylindro. No emtanto a grande vantagem do pouco espaço occupado por estas machinas, obtendo ao mesmo tempo um regular comprimento de tirante, fez com que nunca deixassem de construir-se, e presentemente os melhoramentos n'ellas introduzidos por Penn e outros fabricantes, attenuando os defeitos que se lhes notavam, faz com que ainda se empreguem vantajosamente, dadas certas circumstancias.



Encontram-se, como nos outros systemas, cinco variedades d'estas machinas, dependentes todas das posições occupadas pelos cylindros, e temos por conseguinte:

Machinas horisontaes de tronco. — Estas machinas, pela sua simplicidade e pouco espaço que occupam, são muito empregadas nos navios de helice, e sobretudo nos de guerra, em consequencia da sua pouca altura, que faz com que fiquem completamente protegidas.

Machinas verticaes rectas de tronco.—Projecta-se o tronco n'estas unicamente da parte da tampa do cylindro. Empregam-se nos navios de rodas de pás.

Machinas verticaes de tronco de cylindro invertido.— Esta disposição tem logar para transmittir movimento ao helice.

Machinas inclinadas rectas de tronco.—N'estas, o cylindro é inclinado formando um angulo de 45° com o horisonte. Empregam-se para o movimento das rodas de pás.

Machinas iuclinadas invertidas de tronco.—É a machina anterior, tendo os cylindros collocados superiormente, para d'este modo poderem transmittir o movimento ao helice. Estes dois ultimos typos de machina são muito raros.

Machina de alta e baixa pressão. — As machinas de alta e baixa pressão, tanto para serem empregadas na marinha, como fixas em terra, têem tido differentes posições nos cylindros, e combinações tambem differentes nas suas peças de transmissão de movimento; algumas vezes estas disposições têem sido devidas á exiguidade ou configuração do espaço em que têem de



ser collocadas, e em outras, unicamente ao arbitrio dos constructores. O principio, porém, sendo o mesmo em todos os casos, uma igual economia é obtida, havendo cuidado em proporcionar as passagens do vapor de modo que não haja obstrucção, e se empreguem todos os meios efficientes para prevenir qualquer perda de calorico.

O principio sobre que se baseiam as machinas de alta e baixa pressão é conhecido desde 1781, epocha em que Jonatham Hornblower tirou um privilegio para o systema de empregar o vapor depois de ter actuado em um primeiro vaso, uma segunda vez em outro, onde funccionasse por meio de expansão.

Hornblower, porém, nunca conseguiu que o seu invento fosse completamente praticavel, em consequencia da existencia, ao tempo, do privilegio de Watt.

A mais antiga machina de alta e baixa pressão, que conseguiu produzir um verdadeiro trabalho pratico, foi a construida por Arthur Woolf, que tirou privilegio em 1804.

Este systema de machina, que tem estado desde então quasi que constantemente em uso em França e no continente, é ao presente construida por muitos engenheiros, com o titulo do seu auctor, ou machinas de Woolf, sendo empregadas como machinas fixas.

N'estas machinas, que se compõem de dois cylindros, são estes collocados um em seguimento ao outro, em um extremo do balanceiro (est. 2.ª, fig. 1.ª), que lhe fica superior, o grande cylindro exteriormente, e o pequeno ou de alta pressão em seguida ao maior na mesma linha do balanceiro, tendo por essa rasão o seu embolo um menor percurso ou passeio.



Esta disposição é perfeita e produz resultados praticos equivalentes ou iguaes a qualquer outra machina de diverso systema. Porém, o grande esforço exercido no munhão principal, ou do centro do balanceiro, devido á força da machina produzir-se de um lado, e ter de transmittir-se ao outro extremo, tem sido a causa d'estas machinas se não terem generalisado em mais alto grau.

Em 1845, William M' Naught tirou privilegio para uma outra disposição, que parece destruir este inconveniente, alliviando um pouco o munhão central d'este grande esforço. Para isto conseguir, deixou o grande cylindro no logar que elle occupa nas machinas de Woolf, e o pequeno cylindro foi collocado entre o munhão central e o botão de manivella, sendo d'este modo o balanceiro actuado por forças iguaes de um e outro lado do munhão central, o que faz que a pressão seja quasi nulla n'aquelle ponto. Um outro systema, tambem de bom resultado, é o que se emprega quando os cylindros são horisontaes e collocados um ao lado do outro (geralmente fundidos em uma só peça) e seguros a um unico estrado de fundação; ambos os embolos e hastes são ligados a uma cruzeta, e um unico tirante transmitte todo o esforço da machina ao botão da manivella. não havendo mais peça alguma em duplicado senão os cylindros.

N'este systema ha a conveniencia do emprego de um unico tirante, o que, sendo vantajoso para as machinas de terra, é altamente inconveniente para as machinas maritimas, que não têem volante e precisam ser auxiliadas para a passagem dos pontos mortos da manivella. Assim, n'estas, cada cylindro tem o seu ti-



rante, que vem ligar a uma das manivellas da arvore, que tem duas em angulo recto. Pelo que diz respeito ao esforço exercido em cada uma d'ellas, não ha inconveniente, porque os dois cylindros devem desenvolver, quanto possivel, esforços iguaes.

Typos de machinas do systema mixto empregadas na navegação. — Na marinha de guerra as machinas são todas, com raras excepções, horisontaes de tirante directo ou invertido, e de tronco. Na marinha mercante são quasi que exclusivamente todas verticaes de cylindro invertido, chamadas de pilão — steam hamer engine (est. 2.ª, fig. 2.ª e 3.ª).

Todas estas machinas são de condensação e têem dois cylindros, um mais pequeno onde o vapor funcciona em alta pressão, que communica directamente com a caldeira, e outro maior, trabalhando com vapor em baixa pressão, e communicando com o pequeno

cylindro e com o condensador.

O vapor é admittido livremente da caldeira para o pequeno cylindro durante um certo percurso do embolo, até que a sua valvula de distribuição lhe feche a entrada completamente, depois do que, o resto do passeio do embolo é feito pela expansão do vapor admittido. Tendo o vapor completado o seu trabalho n'este cylindro, passa para uma camara ou espaço entre os dois cylindros, e em seguida para o grande, onde o trabalho por expansão continua até que o embolo tenha completado o seu passeio, dirigindo-se depois para o condensador (est. 2.ª, fig. 2.ª e 3.ª).

Machina mixta de tres cylindros.—Este typo de machina, que póde ser horisontal ou vertical invertida, encontra-se nos grandes navios, podendo dis-



por de maior espaço e precisando desenvolver grande força.

Estas machinas compõem-se de um cylindro de menor diametro, onde o vapor trabalha em alta pressão, intercalado ou no meio de dois cylindros de muito maior diametro, onde o vapor trabalha em baixa pressão. O seu funccionamento é o mesmo das machinas de dois cylindros, com a unica differença que o vapor á saída do pequeno cylindro é dividido para os dois. É este o melhor typo de machina que póde ser adoptado, offerecendo vantagens importantes sobre os outros, sendo as principaes as seguintes:

- $1.^{\rm a}$  Facilidade em pôr a machina em movimento (deitar a andar) ou parar em qualquer ponto, porque existem sempre duas manivellas em pressão, em consequencia de estarem dispostas formando um angulo de  $60^{\circ}$ ;
- 2.ª A acção do esforço de torção sobre a arvore da machina é menor e mais regular, não estando a mesma arvore tão sujeita a choques;
- 3.ª O esforço exercido sobre as manivellas, tanto quando são impellidas, como quando são arrastadas nos differentes pontos do passeio do embolo, acha-se contrabalançado, resultando d'aqui movimento e trabalho mais regular e por consequencia menor fricção nos moentes.

Em qualquer d'estes typos de machinas, a media do consumo do carvão regula por 1 kilogramma por cavallo, indicado por hora.

A adopção d'estas machinas trouxe tambem como resultado differentes melhoramentos de detalhe, dos quaes os principaes são: a divisão da arvore principal



da machina, ou a arvore das manivellas poder dividirse em quarteladas iguaes, podendo por esta fórma ter
apenas um bocado de arvore com uma manivella de
sobresalente, e podendo fazer-se a substituição no caso
de accidente em uma d'ellas com facilidade, e mesmo
não havendo o sobresalente poder continuar a machina
a funccionar com a que estiver em bom estado; serem
estas machinas providas de uma bomba de circulação
de grande força, a qual, na maioria dos casos, trabalha
independente da machina motora, sendo mandada por
uma pequena machina de vapor ou burrinho. Esta
bomba tanto póde aspirar ou ir buscar agua ao exterior do navio como ao porão, sendo por isso um poderoso auxiliar para o esgoto do navio quando faça agua.

O condensador de superficie (est. 2.ª, fig. 4.ª), é construido de modo a poder funccionar como condensador de injecção directa, prevenindo por este meio o facto do mesmo se inutilisar em consequencia de rotura na tubagem, podendo ainda n'este caso fazer a condensação por meio de injecção tomada do exterior

do navio ou do porão.

A bomba de ar tambem é disposta em algumas d'estas machinas de modo a poder funccionar, ainda mesmo que uma das machinas correspondentes a um dos cylindros tenha tido uma avaria, e por esta fórma o engenheiro está sempre habilitado, ainda que com mais trabalho, a poder com uma das machinas, ou um dos cylindros, continuar a viagem até ao porto do destino, ou até ao que lhe ficar mais proximo para poder reparar a avaria.

Os cylindros presentemente na maior parte das machinas são *encamisados*, sobretudo o de alta pressão,



com tubo feito de aço ou ferro fundido compacto e de grão bem unido, com o fim de evitar o ser mandrillado de novo, ou ser substituido por outro no caso em que, pelo trabalho constante do embolo, se tenha tornado oval ou angular. Uma camisa substitue-se com facilidade, e o seu custo não tem comparação com o custo de um novo cylindro.

O navio, sendo dividido em quarteladas por meio de anteparas estanques, a tubagem das bombas de esgotar o porão está disposta de modo que o engenheiro, sem abandonar o seu logar na machina, póde fazer o esgoto do porão de uma quartelada independente de outra, etc.



### riginal City III I a rajevou sair

# PRINCIPIOS DE MECHANICA E PHYSICA EM QUE ASSENTA O TRABALHO DAS MACHINAS DE VAPOR

#### DEFINIÇÕES

Materia. — É tudo o que é susceptivel de affectar os nossos sentidos; a terra, a agua, o ar, etc.

Corpos, sua constituição physica. — Chama-se corpo a qualquer porção determinada de materia.

Os corpos são formados por particulas infinitamente pequenas, reunidas umas ás outras pela força natural chamada cohesão. Estas particulas tomam o nome de moleculas, e os intervallos deixados entre ellas o de póros.

Estado dos corpos. — Na natureza os corpos apresentam-se em tres estados differentes: o estado solido, o estado liquido, e o estado gazoso ou aeriforme.

O estado normal do meio no qual existimos é a unica causa da distincção admittida, e por isso dizemos que os metaes, as pedras, a madeira, são corpos no estado solido; a agua e o azeite, são liquidos; o ar e o vapor de agua, etc., são corpos no estado gazoso.

Os corpos no estado solido têem uma fórma deter-

minada e propriamente sua.



Os corpos no estado liquido distinguem-se pela mobilidade das suas moleculas, e por não terem fórma propria e sim a dos vasos que os contêem.

Os corpos no estado gazoso têem as moleculas excessivamente moveis, e tendendo sempre a augmentar de volume.

A força de cohesão é invariavel e enorme nos corpos solidos, que não são influenciados pelo calor; diminue, nos que são susceptiveis de por elle se dilatarem, e torna-se nulla, quando mudam de estado.

Fluidos. — Dá-se este nome indistinctamente a todos os corpos liquidos e gazosos; estes ultimos, porém, chamam-se fluidos elasticos.

Mudança de estado dos corpos. — Em theoria admitte-se que todos os corpos são susceptiveis de passarem pelos tres estados; no emtanto, pelos meios que a natureza põe á nossa disposição, só podemos conseguir essa transformação em alguns.

Assim a agua, que em geral se apresenta no estado liquido, póde tornar-se solida pelo resfriamento, e gazosa, vaporisando-a pelo calor; os metaes podem liquefazer-se e mesmo alguns transformarem-se em gazes. Ha gazes que se liquefazem e até se solidificam, sendo o agente principal d'estas transformações o calorico.

Movimento e repouso dos corpos. — Diz-se que um corpo está em *movimento*, quando successivamente e sem interrupção occupa differente posição no espaço; e que está em *repouso*, quando occupa constantemente o mesmo logar.

Para apreciar o movimento dos corpos no espaço, é preciso referil-os a um ponto fixo, a que se dá o nome de *ponto de referencia*.



O movimento e o repouso são absolutos ou relativos: absolutos, quando se referem a pontos realmente fixos; relativos, quando os pontos de referencia são tambem animados de movimento com os corpos submettidos á observação. Se nos considerarmos transportados em uma carruagem em movimento n'um caminho de ferro, e se não observarmos os objectos exteriores, parecernos-ha no fim de certo tempo, que estamos immoveis e não teremos consciencia do movimento que nos arrasta; estaremos portanto em repouso relativo.

O movimento e o repouso absoluto não existem realmente, porque, sendo a terra animada de movimento constante, tudo o que n'este sentido considerarmos á sua superficie é apenas relativo; no emtanto, para a resolução de todas as questões de mechanica que nos interessam, não se tem o movimento da terra em consideração, e o movimento e repouso podem considerarse absolutos.

Inercia. — É a força que se oppõe á mudança de estado da materia, e tende a conservar os corpos no estado em que se acham, ou seja em repouso ou em movimento.

A inercia é uma força inherente á materia e revelase constantemente; um exemplo d'esta, é a resistencia que um cavallo experimenta no primeiro momento em que quer arrastar um corpo qualquer que se achava em repouso, e que uma vez em movimento é facilmente vencida.

É ainda a força da *inercia* que, quando o mesmo cavallo quer parar repentinamente, tende a conservar ainda em movimento a carga arrastada, impedindo que o cavallo pare justamente quando deseja.



16

È ainda a força da inercia que faz conservar o movimento a um corpo lançado sobre o sólo; a sua velocidade, que a principio tem uma certa intensidade, vae diminuindo pouco a pouco até parar. Se o mesmo corpo tiver uma fórma regular, espherica, por exemplo, e for lançado sobre uma superficie perfeitamente lisa, o seu movimento conservar-se-ha por um periodo muito mais longo. A diminuição de velocidade ou de movimento experimentado tanto em um como em outro caso pelo corpo, é devida unicamente a causas estranhas que actuam sobre elle. Se fosse possivel destruir todas estas causas, seria facil conceber que o corpo se conservaria indefinidamente em movimento.

O trabalho para vencer a inercia cresce com o quadrado da velocidade imprimida á carga, e exprime-se pela seguinte formula:

$$J=rac{P\ v^2}{2\ g}=rac{P\ v^2}{2 imes 9,80}$$

em que as letras têem os seguintes valores:

P—peso da carga arrastada em kilogrammas v— velocidade em metros por segundo de tempo g— velocidade acceleratriz devida á acção da gravidade =  $9^{\text{th}}$ ,80.

Força. — Força é toda a causa que modifica ou tende a modificar o estado de repouso ou de movimento de um corpo.

Segundo o principio da inercia, um corpo não póde pôr-se em movimento, nem modificar este por si proprio. Logo, se o corpo passa do estado de repouso ao



de movimento ou inversamente, póde dizer-se que este facto é unicamente devido a causas exteriores; são estas causas que tomam o nome de forças.

Em qualquer força temos a considerar: 1.°, o ponto de applicação; 2.°, a sua intensidade; 3.°, a sua direcção.

Ponto de applicação de uma força. — É o ponto material do corpo sobre o qual ella actua directamente.

A intensidade de uma força.—É a sua grandeza ou o esforço que ella exerce, o qual póde comparar-se a uma unidade da mesma natureza.

A direcção de uma força.—É a linha segundo a qual se move o seu ponto de applicação.

Effeito das forças. — Quando uma força se applica a um ponto qualquer de um corpo em movimento, nem sempre tem por fim modificar-lh'o, ou se o corpo está em repouso, pôl-o em movimento, porque a acção de uma força póde ser contrabalançada pela combinação de muitas outras actuando simultaneamente sobre o corpo.

Se, por exemplo, tivermos uma pedra collocada sobre uma mesa, estará em repouso, isto porém, não quer dizer que ella não esteja submettida a uma força. Com effeito, o peso actua constantemente sobre ella, e se imaginarmos que a mesa deixa de existir em um momento dado, veremos que, desapparecendo este obstaculo a pedra caírá. Se o mesmo corpo estiver suspenso na extremidade de um fio, que tenha o outro extremo fixo em um ponto, não notaremos indicio algum de movimento, se o fio tiver a resistencia sufficiente para supportar o peso do corpo, este por conseguinte estará em completa immobilidade; se, porém,



cortarmos o fio, o corpo por-se-ha em movimento caíndo sobre o sólo.

Em qualquer d'estes casos, o corpo estando sempre submettido á acção do peso, e sendo nullo o seu movimento, estará no estado designado pelo nome de equilibrio.

Diz-se portanto que um corpo está em equilibrio, quando é actuado por forças iguaes, operando em sentido contrario. N'este caso o corpo não póde mover-se.

As forças podem ser favoraveis ou desfavoraveis ao movimento, segundo as circumstancias em que ellas actuam, e, segundo um ou outro caso, tomam o nome de potencia ou força motora, e força resistente ou retardataria.

Forças motoras. — São todas as que produzem o movimento.

Forças resistentes. — As que tendem a diminuir ou annullar a acção das forças motoras.

Medida das forças. — As forças, apesar da diversidade dos effeitos por ellas produzidos, são como todas as grandezas, susceptiveis de serem medidas, isto é, de serem comparadas a uma unidade de força tomada por typo. Para este fim existem diversos apparelhos onde as forças se podem comparar a uma d'ellas tomada por base como unidade, que é o peso.

Estes apparelhos chamam-se dynamometros, sendo a maior parte d'elles baseados sobre o principio da elasticidade de uma ou muitas molas de aço, e tambem alguns na pouca compressibilidade dos liquidos. Nas machinas têem estes apparelhos muito emprego, não só como balanças para accusarem o peso dos corpos,



mas tambem para equilibrarem a pressão nas valvulas de segurança das caldeiras, e mesmo para medirem a força desenvolvida pelas mesmas machinas.

Para demonstrar que as forças podem medir-se por peso, basta considerar uma corda passada por uma roldana fixa a certa altura, sendo um dos extremos actuado pelo esforço exercido por um homem e este esforço contrabalançado ou equilibrado por um peso collocado no outro extremo.

Se este peso for de 50 kilogrammas, elle representará a medida exacta da força ou esforço exercido.

Movimento. — A noção de movimento implica a idéa de espaço e de tempo, porque o movimento de um corpo não póde ser completamente definido, sem conhecermos os deslocamentos successivos d'esse corpo, e o tempo que elle emprega para operar esses deslocamentos. D'aqui resulta a necessidade de conhecer a medida do tempo.

Unidade de tempo. — A unidade de tempo adoptada nos usos ordinarios da vida é o dia solar medio, que se divide em 24 horas, a hora em 60 minutos e o minuto em 60 segundos.

A unidade de tempo adoptada em mechanica é o segundo, o que não quer dizer que seja a unica em todos os usos; assim os inglezes empregam muitas vezes o minuto, e a respeito de um navio dizemos e avaliâmos o seu andamento em milhas ou nós por hora.

Espaço. — É o caminho percorrido por um corpo n'um certo tempo.

Velocidade. — É o espaço percorrido pelo corpo em um segundo de tempo. A velocidade exprime-se geralmente em metros.



Movimento. — No caso da acção directa das forças, é a velocidade imprimida ao corpo sobre que ellas actuam. Distinguem-se differentes especies de movimento.

Movimento de translação. — É aquelle em que todos os pontos de um corpo se movem parallelamente uns aos outros; póde ser rectilineo ou curvilineo, segundo as linhas descriptas pelos diversos pontos do corpo são rectas ou curvas.

O movimento rectilineo ou curvilineo póde ser continuo ou alternativo. É continuo, quando o corpo se move constantemente no mesmo sentido; alternativo, quando o corpo se move ora em um, ora em outro sentido.

Movimento de rotação. — É aquelle em que todos os pontos de um corpo quando, em movimento, descrevem circulos em volta de um ponto commum ou eixo.

Movimento heliçoidal. — É o que se obtem quando um corpo é animado de movimento de rotação e translação ao mesmo tempo; é o movimento produzido pelas rodas de uma locomotiva ou de um navio quando em movimento, ou tambem por um parafuso dentro da sua porca.

O movimento considerado em relação ao tempo póde ser uniforme ou variado.

Movimento uniforme. — É quando um corpo percorre espaços iguaes, em tempos tambem iguaes, ou quando os espaços percorridos são proporcionaes aos tempos empregados em os percorrer.

Movimento variado. — Quando os espaços percorridos não são proporcionaes aos tempos.



Se um certo corpo percorrer o espaço de 4 metros no primeiro segundo de tempo, 4 metros no segundo, 4 metros no terceiro, e assim por diante, este corpo é animado de um movimento uniforme.

Representando por E o espaço percorrido por um corpo, a sua velocidade por V, e o tempo por T; a formula ser no common res about sommo son ann

on zonogo zonogo E = V imes Tzon zaglad zagladogo

indica que o espaço é igual à velocidade multiplicada pelo tempo.

Assim, se um corpo for animado de um movimento uniforme, cuja velocidade sejam 5 metros, o espaço percorrido por esse corpo no fim de 20 segundos será:

$$E = 5 \times 20 = 100 \text{ metros}$$

Da primeira formula deduzem-se as duas seguintes

$$V = \frac{E}{T}$$
;  $T = \frac{E}{V}$ , isto é:

a velocidade do corpo é igual ao espaço dividido pelo tempo; e o tempo, igual ao espaço dividido pela velocidade.

Movimento periodico. - No movimento uniforme distingue-se o movimento periodico, que é o de um corpo que percorre um certo caminho determinado em tempos medianamente iguaes, variando comtudo de velocidade, para mais e para menos, dentro da unidade de tempo.

Este movimento encontra-se em quasi todas as ma-

chinas e sobretudo nas de vapor.



O embolo de um cylindro de vapor é animado durante o seu passeio, por cada revolução da arvore da
machina, de velocidades bem differentes, devidas ao
angulo formado pelo tirante com a manivella, sobretudo quando chega aos extremos de um e outro lado
do cylindro, occasião em que a sua velocidade é quasi
nulla, emquanto a manivella passa o ponto morto e o
movimento muda de direcção. No emtanto, na sua marcha normal, este orgão executa cada um de seus passeios em tempos medianamente iguaes, pois que a
machina dá proximamente sempre o mesmo numero
de passeios por minuto.

Appliquemos as formulas antecedentes ao embolo de uma machina de vapor. N'este caso o tempo T, é sempre tomado igual a 1 minuto ou 60 segundos; se designarmos por:

el c — amplitude do passeio do embolo

N = numero de passeios simples, e por consequencia

2 N — numero de passeios duplos, ou rotações da arvore da machina por minuto; o espaço total E, póde ser substituido na formula, por c  $\times$  2 N, e por conseguinte:

$$V = \frac{E}{T}$$
 tornar-se-ha  $V = \frac{C \times 2N}{60}$ ,

velocidade do embolo da machina por segundo. Assim, se a arvore da machina fizer

N=50 rotações por minuto, e se o percurso do embolo for

c == 0<sup>m</sup>,90: a sua velocidade por segundo será

$$V = \frac{0^{\rm m}, 90 \times 2 \times 50}{60} = 1^{\rm m}, 5$$



Da formula precedente deduz-se a amplitude do passeio do embolo: - sa sasa tua subessouries de la companya de la

os subverb isometric $C = \frac{V \times 60}{2 \ C}$  sincley observed chigas one of the observed chigas

Numero de passeios duplos ou rotações da arvore por minuto:  $N = \frac{v \times 60}{2 \ C}$ 

Movimento uniformemente variado. — E aquelle em virtude do qual, um corpo percorre em tempos iguaes, espaços que augmentam ou diminuem sempre da mesma quantidade.

O espaço no movimento uniformemente variado, é igual á semi-somma das velocidades extremas multiplicada pelo tempo em segundos.

Assim, se a velocidade no movimento da partida de um corpo era de 3 metros, e no fim de 8 segundos de tempo era de 6 metros, o espaço percorrido por esse corpo seria: designando por me no emdosm she stovis

ser substituido na formula, por c×2N, e por conse-V = velocidade da partida.

V' = velocidade no fim do tempo T.

$$E = \left(\frac{V + V'}{2}\right) \times T = \left(\frac{3+6}{2}\right) \times 8 = 36^{\text{m}}$$

Se a velocidade V, no momento da partida fosse de 6 metros, e a velocidade V no fim do tempo T, 3 metros, o resultado seria o mesmo; o que prova que em condições iguaes, o espaço percorrido é o mesmo, tanto no movimento uniformemente accelerado, como no uniformemente retardado.



A velocidade de um corpo no fim de um certo tempo, no movimento uniformemente accelerado, é igual á velocidade primitiva, mais o producto do tempo em segundos pelo acrescimo de velocidade por segundo.

Assim, a velocidade do corpo do exemplo precedente, no fim de 8 segundos, sendo a velocidade primitiva 3 metros e o augmento de velocidade por segundo 0<sup>m</sup>,375, seria:

$$V = 3 + (8 \times 0^{m}, 375) = 6$$
 metros

A velocidade de um corpo no fim de um certo tempo no movimento uniformemente retardado, é igual á velocidade no momento da partida, menos o producto do tempo em segundos pela diminuição de velocidade por segundo.

Tomando os dados do exemplo precedente, e suppondo que a velocidade no momento da partida era de 6 metros, e que esta velocidade diminuia successivamente de  $0^{\rm m}$ ,375 por segundo, a velocidade no fim de 8 segundos seria:

$$V' = 6 - (0^m, 375 - 8) = 3 \text{ metros}$$

Velocidade angular.—No movimento de rotação ou circular, os arcos descriptos pelos differentes pontos de um corpo são proporcionaes ás suas distancias ao eixo.

Assim, um ponto que estiver situado a uma distancia do eixo de rotação, dupla, tripla ou quadrupla de um outro ponto, percorrerá arcos duplos, triplos ou quadruplos, do que for descripto por este ultimo ponto.



A velocidade de um ponto central de um corpo, em relação a um ponto da circumferencia no movimento de rotação, durante um segundo de tempo, chama-se velocidade angular ou ao centro, e designa-se por ω.

É portanto facil determinar a velocidade V, de um ponto situado a uma distancia r, do eixo de rotação, porque temos a relação

$$\frac{V}{\omega} = \frac{r}{1}$$
 d'onde se tira  $V = \omega \times r$ .

A velocidade de um ponto qualquer á circumferencia, é igual à velocidade angular multiplicada pela distancia d'esse ponto ao eixo.

Reciprocamente, conhecendo a velocidade V, póde determinar-se ω, porque da formula precedente se tira

a velocidade angular é igual à velocidade de um ponto qualquer à circumferencia dividida pela distancia d'esse ponto ao eixo.

Conhecido pois o numero de voltas *n* por minuto de um corpo em movimento de rotação, póde deduzir-se

a sua velocidade angular.

Com effeito, o arco descripto por um ponto situado a 1 metro do eixo, tem por medida  $2\pi$  por cada volta ou rotação, e por n, numero de rotações em um minuto,  $2\pi n$ ; o espaço percorrido por segundo, ou a sua velocidade angular será:

top no soldin solding them are noticed of the following solding them 
$$\frac{2 \pi n}{60} = \frac{\pi n}{30} \text{ following observable}$$



Reciprocamente, sendo dada a velocidade angular, o numero de voltas por minuto será dado por

olso showith of the short of 
$$n = \frac{30 \, \omega}{\pi}$$

A velocidade angular póde ainda ser expressa em funcção do numero de graus do arco percorrido pelo corpo; se representarmos por n' o numero de graus, te-

$$\omega = \frac{2 \pi n'}{360} = \frac{\pi n'}{480}$$
And the first of the second of the

Pergunta-se: qual será a velocidade angular ω, e a velocidade V, á circumferencia de um volante de machina de vapor, tendo de raio r, 2 metros, e fazendo n, 45 rotações por minuto?

Teremos

Teremos 
$$\omega = \frac{6,28 \times 45}{60} = \frac{3,14 \times 45}{30} = 4^{\text{m}},71$$

ole como 
$$V = \omega \times r$$
, será  $4.71 \times 2 = 9^{\text{m}}.42$ 

Transformações do movimento. — Dissemos que o movimento, considerado em relação ao espaço, era: rectilineo, circular ou curvilineo, e que qualquer d'elles podia ser continuo ou alternativo.

Estes movimentos combinam-se entre si de differentes modos por meio de orgãos de transmissão, que são as peças empregadas para transformar o movimento de que dispomos n'um outro determinado.

Nas machinas de vapor opera-se uma grande quantidade de transformações, todas ellas derivadas do movimento rectilineo continuo do vapor saíndo da caldei-



ra, que se transforma em rectilineo alternativo do embolo do cylindro de vapor.

Nas machinas de acção directa, este movimento, (o do embolo) transforma-se em circular continuo da manivella por meio do tirante; nas de balanceiro, em circular alternativo, d'este orgão, por meio do parallelogrammo de Watt, ou então dos tirantes lateraes, como nas machinas maritimas, e por sua vez, este é transformado em circular continuo da manivella por meio do tirante principal.

O movimento circular alternativo do balanceiro transforma-se ainda em rectilineo alternativo do embolo da bomba de ar, e o circular continuo do excentrico montado na arvore da machina, em rectilineo al-

ternativo da valvula distribuidora.

Nas machinas de valvulas distribuidoras cylindricas, systema Corliss, este mesmo movimento circular continuo do excentrico, transforma-se em circular alternativo das valvulas.

Nas machinas verticaes rectas de tirante directo, nas bombas que são mandadas por meio de alavanca, o movimento rectilineo alternativo do embolo do cylindro de vapor, transforma-se em circular alternativo da alavanca, e este em rectilineo alternativo dos embolos das bombas.

As engrenagens e tambores de correia transmittem o movimento *circular continuo*, no mesmo ou em inverso sentido.

Uma regua dentada engrenando em uma roda ou carreto, póde transformar o movimento rectilineo continuo, em circular continuo, ou o rectilineo alternativo, em circular alternativo.



O movimento rectilineo continuo de uma corrente de agua, transforma-se em circular continuo de uma roda hydraulica.

A alavança de virar a machina á mão, transforma o seu movimento *circular alternativo*, em movimento *circular continuo*, da arvore da machina, etc.

No movimento circular continuo temos a considerar duas forças, de grande importancia nas machinas, que são chamadas forças centraes, e são:

Força centripta. — É a que tende a impellir o corpo para o eixo de movimento.

Força centrifuga. — A que tende a afastar o corpo do seu centro.

Estas forças são iguaes e directamante oppostas.

O esforço centrifugo, que no movimento de rotação opera no sentido de desunir as partes que compõem o corpo, e a fazel-as projectar pela tangente do circulo de movimento, exprime-se pela seguinte formula:

corol come obtained 
$$F=rac{P\,V^2}{g imes R}$$

P = representa o peso do corpo.

V = a sua velocidade em metros por segundo.

 $g = \text{velocidade acceleratriz} = 9^{\text{m}}, 80.$ 

R — o raio ou distancia do centro de movimento do corpo até á circumferencia.

Supponhamos um volante de machina do peso de 10000 kilogrammas, tendo de raio 2<sup>m</sup>,5, animado da velocidade de 8 metros por segundo. O esforço centrifugo, que tende a deslocar a massa do volante, será:

$$F = \frac{10000 \times 8^2}{9,80 \times 2,5} = \frac{640000}{24,50} = 27755$$
 kilogrammas



esforço enorme, que é preciso seja equilibrado pela resistencia dos raios.

Trabalho mechanico. — É o producto de duas quantidades indispensaveis: 1.°, o esforço ou pressão exercida sobre um corpo; 2.°, o caminho percorrido pelo corpo ou a sua velocidade. Este trabalho augmenta sempre que augmente qualquer d'estes dois factores. Assim, se uma força ou pressão exercida sobre um corpo for de 20 kilogrammas, e se esta força imprimir ao corpo uma velocidade de 2 metros, o trabalho mechanico será representado por  $20 \times 2 = 40$ .

Se duplicarmos a força conservando a mesma velocidade, teremos:  $40 \times 2 = 80$ , e se applicando a mesma força duplicarmos a velocidade, o trabalho resultante será:  $20 \times 4 = 80$ . Logo: o trabalho mechanico augmenta sempre, que qualquer das duas quantidades, força e velocidade augmentarem.

O trabalho mechanico divide-se em trabalho motor Tm, trabalho util Tu, e trabalho resistente Tr.

Ora, como para avaliar o trabalho de uma força actuando sobre um corpo, é preciso produzir o movimento d'esse corpo, e como este movimento é sempre mais ou menos contrariado por causas exteriores, que tendem a modificar-lh'o ou annullar-lh'o, segue-se que o trabalho util de qualquer força motora será representado por:

Tu = Tm - Tr e Tm = Tu + Tr

Assim, se o trabalho motor de uma força for igual a 100, e se o trabalho resistente for calculado em 20 por cento, o trabalho util será:

 $T_{\rm u} = 100 - 20 = 80$ 



As forças que contrariam a acção do movimento e formam o trabalho resistente, tomam o nome de resistencias passivas, sendo a principal de entre ellas a fricção.

Unidade de trabalho mechanico. — É o kilogramma elevado a 1 metro de altura em um segundo de tempo; toma o nome de kilogrammetro e escreve-se k. m.

Assim, quando o esforço produzido por uma força qualquer for de 40 kilogrammas, e o espaço percorrido pelo ponto de applicação d'essa força 2 metros n'um segundo de tempo, o trabalho mechanico será  $40 \times 2 = 80$  kilogrammetros, ou o mesmo que 80 kilogrammas elevados a 1 metro de altura em um segundo.

O trabalho motor, e o effeito util de todas as machinas é avaliado n'esta unidade commum, fazendo entrar n'ella o tempo para se poder obter o termo de comparação da força dos motores.

Cavallo vapor. — É a unidade adoptada por convenção para servir de termo de comparação aos motores de grande força; deriva da unidade de trabalho mechanico, e equivale a 75 k. m. ou 75 kilogrammas elevados a 1 metro de altura em um segundo de tempo.

Fricção.—É a resistencia que se oppõe directamente ao movimento dos corpos cujas superficies estejam em contacto. Esta resistencia é devida ao peso ou pressão exercida por um corpo sobre o outro no seu movimento.

Especies de fricção. — São duas as especies de fricção: de escorregamento, ou movimento de uma peça ao longo de outra; ou de rotação, resultado do movimento circular de um corpo sobre o outro.



A fricção de um corpo collocado sobre um plano, é independente da grandeza da sua superficie e da sua velocidade, ella depende essencialmente do peso do corpo, ou da sua pressão sobre o plano. Esta resistencia varía segundo a natureza das peças em contacto.

A fricção é proporcional á pressão, porque em igualdade de superficies em contacto, quanto mais augmentarmos a pressão, maior será o ajustamento das moleculas de um corpo sobre o outro, o que augmenta a resistencia, quando tenhamos de separal-os ou deslocal-os lateralmente; é independente das superficies de contacto, porque se augmentarmos ou diminuirmos estas, sendo a pressão a mesma, subsistirá a mesma resistencia.

Diminuição da fricção. — A fricção nos corpos em contacto diminue quando as superficies são lubrificadas com substancias unctuosas, como: o azeite, a gordura, o sabão, etc. Esta diminuição é tanto mais consideravel, quanto mais contínua for a lubrificação, principalmente para os metaes.

Superficies em repouso. — Quando duas superficies em contacto têem estado em repouso durante algum tempo, a fricção é muito mais consideravel no primeiro instante do movimento do que depois. Isto é tanto mais sensivel, quanto maior for a pressão, e os corpos forem mais compressiveis; porque estas duas circumstancias tendem a fazer penetrar as moleculas das duas superficies umas nas outras e a expulsar toda a materia lubrificadora.

Um choque dado sobre um dos corpos em contacto depois de um certo tempo, produz um estremecimento muitas vezes sufficiente para fazer começar o movi-



mento; n'este caso, o corpo, que tem de mover-se, é impellido por um esforço pouco superior áquelle que é capaz de o continuar. Na pratica avalia-se unicamente o trabalho absorvido pela fricção depois dos corpos em movimento.

Tabella da fricção pelo movimento de superficies planas umas sobre outras

E 28 ABRISTON O CON OSTABLIAS CON	Relação entre affricção e a pressão		
Indicação das superficies em contacto	No momento do impulso depois de um certo tempo de contacto	Quando em movimento umas sobre outras	
Carvalho sobre carvalho, a secco	0,62	0,48	
Carvalho untado com sabão secco	0,44	0,16	
Carvalho molhado com agua	0,70	0,25	
Ferro e carvalho, superficies untadas com sebo	0,62	0,50	
Ferro e carvalho, superficies molhadas de agua	0,65	0,26	
Ferro sobre ferro, superficies a secco	enorme	enorme	
Ferro forjado ou fundido sobre carvalho, su-	0.62891		
perficies a secco	0,53	0,40	
Ferro, superficies untadas com sebo ou mo-	1300		
lhadas com azeite	0,12	0,08	
Correia sobre tambor de ferro polido, super-	og on		
ficies a secco.	0,28	0,27	
Correia sobre tambor de ferro sem ser poli- do, superficies a secco	0,54	0,54	
a secco ,	0,47	0,35	
Carvalho, olmo, freixo, ferro forjado, fundido	0,11	0,00	
e bronze, superficies em contacto duas a duas, untadas com sebo ou molhadas de	$^{0}$ $\times$ ,00		
azeite	0,15	0,10	
Couro para embolos sobre ferro fundido mo-	k = G V	EL Do	
lhado de agua:	0,62	0,36	
Couro para emboles untado com sebo ou mo-	gearres:	au II-	
lhado com azeite	0,15	0,12	
Corda de linho sobre carvalho ou freixo secco	0,80	0,52	



Para se conhecer a importancia que a resistencia devida á fricção tem nas machinas de vapor, bastará que façâmos uma applicação.

Resistencia devida á fricção de uma valvula de distribuição. — Supponha-se que a valvula de distribuição de uma machina de vapor apresenta uma superficie de 0<sup>m</sup>,30×0<sup>m</sup>,50 — 1500 centimetros quadrados, e que a pressão do vapor vindo da caldeira, e actuando sobre a valvula, é de 5 atmospheras, ou 5 kilogrammas por centimetro quadrado, o passeio da valvula 0<sup>m</sup>,10, e que faz 120 passeios simples por minuto.

Pergunta-se qual será a perda de trabalho util devida á friccão?

Sendo o coefficiente de ferro fundido sobre ferro fundido, lubrificado com azeite durante o movimento, de 0,08, teremos:

1.º Pressão sobre a valvula

$$1500^{\text{cent. 2}} \times 5^{\text{k}} = 7500 \text{ kilogrammas}$$

2.º Fricção devida ao peso ou pressão

$$7500^{\mathrm{k}} \times 0.08 = 600 \mathrm{\ kilogrammas}$$

3.º Perda devida ao trabalho da valvula

$$600 \times \frac{0^{\text{m}},10 \times 120}{60^{\prime\prime}} = 120 \text{ kilogrammetros}$$

ou 120:75 = 1,6 cavallos vapor.

É por conseguinte de toda a conveniencia, nas grandes valvulas, fazer-lhe aros de vedação nas costas, para diminuir-lhe a superficie exposta á acção do vapor.



A applicação que acabâmos de fazer póde generalisar-se a todas as peças da machina cujas superficies tenham movimento umas sobre as outras.

Fricção dos moentes sobre chumaceiras.— Chamam-se moentes as partes dos eixos de movimento que, sendo torneadas em fórma de garganta, apoiam sobre chumaceiras ou coxins, geralmente de bronze.

São as chumaceiras que supportam o peso, não só das arvores de movimento, mas dos volantes, tambores de correia, rodas de engrenagem, etc., que ellas montam.

Posto que a fricção seja proporcional á pressão e independente da grandeza das superficies de contacto, convem nas machinas de vapor, e sobretudo nas maritimas, fazer sempre tão desenvolvidas quanto possivel as superficies de contacto, porque d'este modo a carga por unidade de superficie é menor.

Sendo a fricção funcção do peso do corpo em movimento, é claro, sobretudo no movimento de rotação, que, sendo a carga a mesma sobre duas chumaceiras, em que uma tenha o dobro do desenvolvimento de superficie da outra, a carga sobre a maior será metade por unidade de superficie da que corresponde á outra.

Alem d'isto, deve attender-se que, quando a carga excede um certo limite, a lubrificação se torna impossivel e a materia lubrificante é expellida sem se introduzir entre as superficies de contacto, dando então logar á destruição d'estas pela introducção das moleculas de um corpo no outro.

A fricção produzida pelo movimento de rotação dos moentes dos eixos nas chumaceiras, deu logar no fim de muitas experiencias a formular a seguinte tabella.



Pasignesse des superficies em contacto	Relação da fricção á pressão	
Designação das superficies em contacto lubrificadas com azeite, sebo, ou outra materia gordurosa	Lubrificação ordinaria intermitente	Lubrificação continua
Moente de ferro forjado em chumaceira de bronze	0,075 0,075 0,075 0,075 0,0125	0,054 0,054 0,054 0,054 - 0,092

Esta tabella permitte calcular o trabalho absorvido pela fricção dos moentes dos eixos, que supportam grandes cargas sobre as chumaceiras.

Trabalho absorvido pelos moentes de um eixo sobre as chumaceiras. — Supponha-se que uma arvore de machina de vapor supportava uma carga de 20:000 kilogrammas, e que era animada de uma velocidade de 60 rotações por minuto, que era de ferro forjado, e os moentes tinham 0<sup>m</sup>,20 de diametro e trabalhavam sobre chumaceiras de bronze lubrificadas continuamente.

O coefficiente para este caso sendo 0,054, temos:

- 1.° 20000k×0,054 = 1080 kilogrammas.
  - 2.º Sendo a velocidade por segundo, sem a a lavia

ostas obasb 
$$0^{\text{m}},20\times3,14\times60$$
  $=$   $0^{\text{m}},628$   $=$   $0^{\text{m}},628$ 

3.º O trabalho absorvido pela fricção será

 $1080 \times 0.628 = 678$  kilogrammetros ou  $678 \div 75 = 9$  cavallos vapor



A formula que dá a perda de trabalho devido á fricção dos moentes como acabámos de exemplificar, enuncia-se do seguinte modo:

$$T = \frac{f \times p \times v}{75}$$

T=trabalho absorvido

f=coefficiente de fricção

p — pressão ou carga real sobre a arvore ou eixo em kilogrammas

v — velocidade do eixo por segundo.

O producto vindo em kilogrammetros e sendo dividido por 75, dará a perda em cavallos vapor.

## PROPRIEDADES PHYSICAS DO VAPOR

Calor ou calorico. — É o agente principal e imponderavel, que, actuando sobre os corpos, dá logar á sua mudança de estado. Assim, a agua, que é um liquido inerte e sómente pesado, pela influencia do calorico, é transformado em um gaz expansivo, cuja força deriva da natureza de sua propria transformação.

Evaporação.— É o facto que vemos produzir-se todos os dias nos usos domesticos quando se lava uma casa ou quando se expõem objectos molhados, a roupa, por exemplo, ao contacto do ar; a agua de que estes corpos estão impregnados vae desapparecendo pouco a pouco, isto é, vae-se evaporando, e por conseguinte transformando em vapor ou gaz, que se mistura com o ar.

Esta transformação torna-se muitas vezes perfeitamente visivel, porque vemos levantar d'estes objectos



uma especie de fumo que não é mais do que a agua transformada em vapor.

Vaporisação.— Se tivermos agua em um vaso qualquer, exposta á temperatura do ar ambiente, esta agua evaporar-se-ha lentamente; se porém collocarmos o vaso sobre o lume, de modo que a agua aqueça até ferver, veremos então desenvolver-se uma grande quantidade de fumo branco, e a final dentro em muito pouco tempo a agua desapparecerá de todo deixando o vaso secco.

Este facto da agua se transformar rapida e tumultuosamente em vapor pela applicação directa do calor, chama-se *vaporisação*.

Ebullição. — Chama-se ebullição ao phenomeno todos os dias observado quando se aquece uma certa quantidade de agua durante um certo tempo ao ar livre, isto é, em contacto com a atmosphera que nos rodeia; á proporção que a agua aquece, vêem-se apparecer umas certas bolhas, que, subindo do fundo do vaso que contém a agua, vem rebentar á superficie do liquido. As primeiras bolhas que apparecem são devidas ao ar que a agua contém; porém as que se lhe seguem, são moleculas do liquido que se transforma em vapor, e á medida que a agua mais aquece, mais tumultuosa e rapida se torna a formação d'essas bolhas, terminando por pôr em movimento toda a massa liquida.

Para que o phenomeno da ebullição tenha logar, tornam-se necessarias duas cousas: primeira, que a temperatura da agua se tenha elevado a 100 graus centigrados; segunda, que a pressão desenvolvida pelas bolhas seja sufficiente para vencer a do peso da



massa liquida, e bem assim a pressão da atmosphera que actua sobre a sua superficie.

Logo: a ebullição de um liquido não póde ter logar senão quando o vapor que elle é capaz de formar ou emittir, faz equilibrio á pressão supportada pela superficie do liquido aquecido.

Se o liquido é aquecido em um vaso aberto, esta pressão é a da atmosphera, e conserva-se sempre a mesma, bem como a temperatura, por maior que seja a quantidade de calor empregado para aquecer a agua.

Quando o liquido é aquecido em vasos fechados hermeticamente, então a temperatura augmenta constantemente e com ella a pressão.

A tabella de pag. 91 mostra a relação em que está a temperatura com a pressão do vapor gerado em vasos fechados ou em caldeiras de machinas de vapor.

Os instrumentos com que se avaliam as temperaturas chamam-se thermometros.

Thermometro. — Este instrumento é destinado a medir as temperaturas quando não sejam muito elevadas.

Compõe-se de um tubo muito delgado de vidro, do qual se extrahiu o ar, tendo o extremo superior fechado, e o inferior terminando por um reservatorio de fórma cylindrica ou espherica, que está cheio de mercurio, bem como uma pequena parte do tubo.

Ao lado do tubo ha uma escala graduada, onde se póde ler a dilatação do mercurio dentro do tubo.

Ha tres escalas de graduação differentes para este instrumento, as quaes tomam o nome dos seus auctores, e são: escala de *Celsius* ou *centigrada*, de *Reaumur* e *Fahrenheit*.



Na escala centigrada o zero corresponde ao ponto de congelação da agua; e a ebullição é indicada pelo numero 100, sendo o espaço comprehendido entre estes numeros dividido em 100 partes iguaes, a que se chamam graus.

Na de Reaumur, o zero corresponde tambem ao ponto de congelação da agua; a ebullição, porém, é indicada pelo numero 80, sendo da mesma fórma o espaço dividido em 80 partes iguaes.

Na de Fahrenheit, o ponto de congelação da agua é indicado pelo numero 32, e o da ebullição pelo numero 212. mangar manggapangat a ostro subsursulan

A divisão da escala em qualquer dos thermometros continua inferiormente ao zero. Para distinguir os graus abaixo de zero, são estes affectados do signal -.. Assim, se quizermos escrever 6 graus abaixo de zero, escrevemos — 6°, e chamar-lhe-hemos negativos.

As relações existentes entre as escalas dos tres thermometros são as seguintes: chamando C, á escala centigrada; R, á escala de Reaumur; e F, á de Fahrenheit, temos:

observed  $C=\frac{5}{4}R;$  of  $C=\frac{5}{9}(F-32);$  see a constant of C $R = \frac{4}{9} (F - 32); R = \frac{4}{5} C$ 

Ha tres escalas de graduação differentes para este



## Tabella comparativa dos tres thermometros

Numero			Numero	Temperatura em graus centigrados		
de graus	Reaumur	Fahrenheit	de graus	Reaumur	Fahrenheit	
	2 0001 200 149			1000		
0	0,00	17,78	+36	+45,00	+ 2,23	
+ 1	+ 1,25	17,23	37	46,25	2,78	
2	2,50	16,67	38	47,50	3,34	
3	3,75	16,11	39	48,75	3,90	
4	5,00	15,56	40	50,00	4,45	
5	6,25	15,00	41	51,25	5,00	
6	7,50	14,45	42	52,50	5,56	
7	8,75	43,90	43	53,75	6,11	
8	10,00	43,34	44	55,00	6,67	
9	11,25	12,78	45	56,25	7,23	
10	12,50	12,23	46	57,50	7,78	
11	13,75	11,67	47	58,75	8,34	
12	15,00	11,11	48	60,00	8,89	
43	16,25	10,56	49	61,25	9,45	
14	17,50	10,00	50	62,50	10,00	
15	18,75	9,45	51	63,75	10,56	
16	20,00	8,89	52	65,00	11,11	
17	21,25	8,34	53	66,25	11,67	
18	22,50	7,78	54	67,50	12,23	
19	23,75	7,23	55	68,75	12,78	
20	25,00	6,67	56	70,00	13,34	
21	26,25	6,11	57	71,25	13,90	
22	27,50	5,56	58	72,50	14,45	
23	28,75	5,00	59	73,75	15,00	
24	30,00	4,45	60	75,00	15,56	
25	31,25	3,90	61	76,25	16,11	
26	32,50	3.34	62	77,50	16,67	
27	33,75	2,78	63	78,75	17,23	
28	35,00	2,23	64	<b>80,00</b>	17,78	
29	36,25	1,67	65	81,25	48,34	
30	37,40	1,11	66	82,50	18,89	
31	38,75	0,56	67	83,75	19,45	
32	40,00	0,00	68	85,00	20,00	
33	41,25	+ 0.56	69	86,25	20,56	
34	42,50	1,11	70	87,50	21,11	
35	43,75	1,67	71	88,75	21,67	



Numero	Temperatur centig	a em graus rados	Numero	Temperatura em graus centigrados		
de graus	Reaumur	Fahrenheit	de graus	Reaumur	Fahrenheit	
+ 72	+ 90,00	+ 22,23	+ 99	+ 123,75	+37,23	
73	91,25	22,78	100	425,00	37,78	
74	92,50	23,34	101	126,25	38,34	
75	93,75	23,90	102	127,50	38,90	
76	95,00	24,45	103	128,75	39,45	
77	96,25	25,00	104	430,00	40,00	
78	97,50	25,56	105	434,25	40,56	
79	98,75	26,12	406	132,50	41,11	
80	100,00	26,67	107	433,75	41,67	
81	101,25	27,23	108	135,00	42,23	
82	102,50	27,78	109	136,25	42,78	
83	103,75	28,34	110	137,50	43,34	
84	105,00	28,89	411	138,75	43,90	
85	106,25	29,45	112	140,00	44,45	
86	107,50	30,00	113	141,25	45,00	
87	108,75	30.56	114	142,50	45,56	
88	110,00	31,11	115	143,75	46,11	
89	141,25	34,67	116	145,00	46,67	
90	112,50	32,22	117	146,25	47,23	
91	143,75	32,78	118	147,50	47.78	
92	115,00	33,32	119	148,75	48,34	
93	116,25	33,89	120	150,00	48,90	
94	117,50	34,45	121	151,25	49,45	
95	148,75	35,00	122	152,50	50,00	
96	120,00	35,56	123	453,75	50,56	
97	121,25	36,11	124	155,00	51,11	
98	122,50	36,67	125	156,25	51,67	

Para fazermos uso da precedente tabella procederemos da seguinte fórma:

Suppondo, por exemplo, que desejâmos saber a quantos graus centigrados correspondem 40 Reaumur, entraremos na primeira columna (designada expressamente sob a epigraphe n.º de graus) com este numero, e veremos qual o que na mesma linha horisontal lhe corresponde na segunda.



N'este caso o numero correspondente é 50, o que quer dizer que 40 graus Reaumur equivalem a 50 centigrados.

Se forem 85 graus Fahrenheit, que desejarmos saber a quantos graus centigrados correspondem, procuraremos similhantemente na columna n.º de graus, o numero 85, e na columna Fahrenheit aquelle que na mesma linha horisontal lhe corresponde, que n'este segundo exemplo é o numero 29,45, o que quer dizer, que 85 graus Fahrenheit equivalem a 29,45 graus centigrados.

Pressão atmospherica. — É uma força capaz de elevar no vacuo uma columna de agua a  $10^{\text{m}}$ ,33 de altura, ou uma columna de mercurio a  $0^{\text{m}}$ ,76, o que equivale ao peso ou pressão de  $1^{\text{k}}$ ,033 por centimetro quadrado; isto é, se tomarmos um tubo que tenha um centimetro quadrado de base e  $0^{\text{m}}$ ,76 de altura e o enchermos de mercurio, este pesará  $1^{\text{k}}$ ,033; logo a pressão por metro quadrado de superficie será de  $10000 \times 1^{\text{k}}$ ,033 = 10:330 kilogrammas.

A força elastica do vapor, sendo avaliada em atmospheras e partes de atmosphera; dizer que a tensão, pressão ou força elastica do vapor é de uma atmosphera, é admittir que elle exerce a pressão de 1<sup>k</sup>,033 por cada centimetro quadrado de superficie; n'este caso a temperatura é de 100 graus centigrados (veja-se tabella pag. 91).

A pressão atmospherica em medida ingleza é avaliada em *libras avoir-du-poids*, sobre uma pollegada quadrada de superficie; a columna de mercurio que mede esta pressão tem 30 pollegadas de altura e pesa 15 libras (veja-se tabella pag. 92).



Barometro. — É o instrumento empregado para medir a pressão atmospherica nos usos ordinarios da vida, e compõe-se de um tubo delgado de vidro de mais de 0<sup>m</sup>,76 de alto, fechado na parte superior, e do interior do qual se extrahiu o ar. A parte inferior, que é aberta, mergulha em um reservatorio ou capsula contendo mercurio, cuja superficie está exposta á pressão atmospherica. Ora, como dentro do tubo não existe ar que equilibre esta pressão, o mercurio sobe dentro do tubo, até á altura de 0<sup>m</sup>,76. Uma escala graduada em centimetros, collocada ao lado do tubo, indica esta altura, correspondendo o zero da escala ao nivel do mercurio na capsula; mas como o volume do mercurio póde variar com a sua subida ou descida dentro do tubo, a capsula tem o fundo movel por meio de um parafuso que o faz subir ou descer, isto para que o nivel do mercurio na capsula corresponda ao vertice de uma pequena pyramide collocada invertida na parte superior da capsula, e que deve estar sempre na mesma linha do zero da escala barometrica.

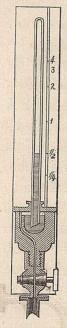
Este instrumento é de um valor importantissimo a bordo dos navios, porque é pelas variações da altura da columna barometrica, que se póde em muitos casos avaliar com antecedencia o estado do tempo, fornecendo indicações preciosas para se prevenirem contra

o mau tempo, a tempestade, etc.

Manometro. — Para medir pressões mais elevadas, como as dos gazes ou do vapor da agua nas caldeiras das machinas, empregam-se outros instrumentos a que se dá o nome de manometro. Ha differentes especies de manometros, sendo os principaes: os de ar comprimido, os de siphão ou ar livre, e os metallicos.



Manometro de ar comprimido. Este instrumento compõe-se de um tubo de vidro de pequeno diametro, fe-



Logo que a caldeira começa a gerar vapor com pressão apreciavel, esta pressão, exercendo-se no reservatorio do mercurio, que é hermeticamente fechado, obriga-o a subir no tubo que contém ar, comprimindo-o, redu-

zindo-lhe por conseguinte o volume.

A graduação baseia-se na lei de Mariotte: «que os volumes dos gazes estão na rasão inversa das pressões que soffrem». Assim, quando o volume do ar contido no tubo estiver reduzido a metade, a pressão do vapor dentro da caldeira será de duas atmospheras; quando reduzido a um terço, de tres atmospheras; a um quarto, de quatro atmospheras, etc.

Estes manometros já se não empregam ha muitos annos.

Manometro de siphão ou de ar livre. — É um tubo de ferro de pequeno diametro, curvo em fórma de siphão, tendo um dos ramos maior, terminado por uma



chapa de latão graduada geralmente de um lado em

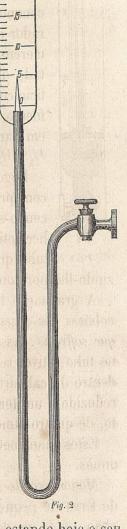
pollegadas inglezas, e do outro em libras; correspondendo a cada pollegada uma libra. Na curva d'este tubo existe mercurio, que se conserva ao mesmo nivel nos dois ramos; o ramo menor communica com o reservatorio do vapor da caldeira por meio de uma torneira.

No ramo maior e sobre a superficie do mercurio assenta o topo de uma varinha de madeira leve, a qual, saíndo fóra do tubo, serve de ponteiro indicador sobre a escala. Ouando a caldeira não contém vapor, o mercurio conserva-se á mesma altura nos dois ramos do siphão, e n'este caso o ponteiro indica o zero da escala. Logo porém que exista vapor na caldeira, cuja pressão seja superior á da atmosphera, o mercurio começará a descer no ramo menor do tubo, e por conseguinte a subir no maior, indicando então o ponteiro na escala graduada o desnivelamento do mercurio em pollegadas, e a pressão correspondente em libras por pollegada.

Estes manometros, representados na fig. 2, não servem senão

Fig. 2

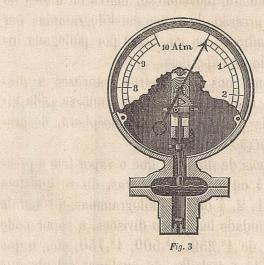
para indicar pressões muito baixas, estando hoje o seu





uso completamente abandonado nas machinas maritimas; tinham comtudo a vantagem da sua simplicidade e de se poderem corrigir facilmente.

Manometros metallicos. — A fig. 3 representa um d'estes apparelhos, que têem a configuração de um mostrador de relogio com o seu respectivo ponteiro indicador.



Estes instrumentos são fundados, uns, na dilatação regular que soffrem os tubos metallicos de secção lenticular, quando curvos e actuados por uma pressão qualquer; outros, na dilatação de pequenas laminas delgadas e onduladas; outros, ainda na flexa produzida em pequenas molas de aço.

Em alguns empregam-se engrenagens com o fim de tornar mais sensiveis as indicações do ponteiro; em outros, como nos primitivos de Bourdon, a dilatação do tubo, a cujo extremo livre está ligado o ponteiro, não têem necessidade de engrenagens.



Em todo o caso, o mostrador dos manometros é graduado em atmospheras e partes de atmosphera se são de origem franceza, ou em libras se são inglezes.

N'um ou n'outro caso, quando a caldeira funcciona, estando o manometro em communicação com ella por meio de um tubo de cobre de pequeno diametro com torneira, o ponteiro, movendo-se, marca ou indica no mostrador a pressão do vapor em kilogrammas por centimetro quadrado, ou em libras por pollegada ingleza quadrada de superficie.

Presentemente nos manometros francezes a graduação é feita em kilogrammas, tomando-se cada kilogramma pela pressão de uma atmosphera, desprezando-se a fracção decimal.

Em logar pois de dizer-se, que o vapor tem a pressão de 1, 2, 4 ou mais atmospheras, diz-se que tem a pressão de 1, 2, 4 ou mais kilogrammas, e como de unidade em unidade ha quatro divisões, o vapor póde ter a pressão de 1<sup>k</sup>,250, 1<sup>k</sup>,500, 1<sup>k</sup>,750, etc., o que simplifica muito o trabalho de qualquer calculo que tenha a fazer-se.

Pressão indicada. — Chama-se pressão indicada a que é accusada pelo manometro, visto que elle só começa a marcar, quando o vapor dentro da caldeira tem uma pressão superior á da atmosphera.

Pressão absoluta. — É a pressão indicada no manometro, mais uma atmosphera, por isso que esta pressão é tomada sobre o vacuo perfeito. Assim, se a pressão indicada no manometro for de 5 atmospheras ou 5 kilogrammas, a pressão absoluta será de 6 atmospheras ou 6 kilogrammas.



Expansão. — É uma das propriedades que possuem os differentes gazes, de se dilatarem sempre que se augmenta o espaço que primitivamente occupavam; n'esta dilatação seguem a lei de Mariotte já citada: que as densidades dos gazes são directamente proporcionaes ás pressões que soffrem, e inversamente proporcionaes aos volumes que occupam.

Esta lei, não sendo mathematicamente exacta, é no emtanto assim considerada na pratica.

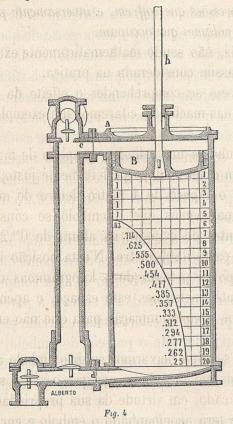
Para bem se comprehender o effeito da expansão do vapor nas machinas, citaremos um exemplo demonstrativo.

Supponha-se um cylindro completo de machina de vapor com o seu embolo perfeitamente justo, podendo percorrer o espaço de 1 metro dentro do mesmo cylindro; imaginemos que o embolo se conserva immovel dentro do cylindro na altura de 0<sup>m</sup>,25, isto é, á quarta parte de 1 metro. N'esta posição introduziremos vapor á pressão de 4 kilogrammas dentro do cylindro até enchermos este espaço, e apenas cheio, fecharemos a communicação para que não entre mais vapor.

Se em seguida deixarmos subir o embolo até 0<sup>m</sup>,50 do seu passeio, o volume em que o vapor se achava terá duplicado, em virtude da sua propriedade de dilatação, e terá acompanhado o embolo e enchido este espaço, e por conseguinte duplicado o seu volume; em compensação, porém, a sua pressão primitiva estará reduzida a metade, isto é, a 2 kilogrammas; se o embolo continuar a subir e o fixarmos a 0<sup>m</sup>,75, teremos triplicado o volume primitivo do vapor; a sua pressão porém estará reduzida a um terço e será de 4<sup>k</sup>,330;



se finalmente o embolo chegar ao fim do seu passeio, 1 metro, o volume primitivo terá quadruplicado, e o vapor, tendo enchido todo o espaço, terá quatro vezes o volume primitivo, sendo a sua pressão então apenas de 1 kilogramma.



A propriedade da expansão do vapor é aproveitada nas machinas, dando resultados economicos extraordinarios. Para o provarmos examinemos a seguinte figura 4, que representa o cylindro A, de uma machina com o seu competente embolo B, haste e valvulas de introducção c e d.



Supponha-se a altura do cylindro, que tem de ser percorrida pelo embolo, dividida em vinte partes iguaes, e o diametro em dez partes, representando a pressão do vapor.

Agora imagine-se que se deu entrada ao vapor pelo orificio c, sendo o embolo obrigado a descer até á quinta divisão, isto é, á quarta parte do seu passeio; n'esta occasião a valvula fechando, cortou a entrada do vapor; este porém, pela sua força elastica continua a actuar sobre o embolo, fazendo-o descer; á proporção porém que o vapor vae augmentando de volume, a pressão vae diminuindo na rasão que os numeros indicam, e se considerarmos a pressão inicial como 1, veremos que na metade do passeio do embolo, a pressão é representada por 0,5, e por 0,25 no fim do mesmo passeio.

Se marcarmos a serie de numeros, representando a pressão nas linhas horisontaes correspondentes, obterse-ha uma curva hyperbolica. A area comprehendida entre a parte exterior d'esta curva e a parede do cylindro, representa o esforço total exercido pela expansão do vapor durante o passeio do embolo, e a area da parte interior da curva, a diminuição do esforço obtido quando o vapor é cortado a <sup>1</sup>/<sub>4</sub> do passeio do embolo.

Se contarmos os quadrados que nos ficam acima do numero que indica a posição do embolo, quando a entrada do vapor foi fechada, acharemos 50; se em seguida contarmos os que ficam para baixo d'este ponto, acharemos 68 quadrados, que representam a força exercida ou o trabalho obtido pela expansão do vapor.



Agora comparemos o trabalho do vapor sem expansão. Se effectivamente o vapor tivesse de ser admittido durante todo o percurso do embolo, o seu trabalho seria representado por  $10 \times 20$  ou 200 quadrados; se sommarmos o trabalho da expansão, acharemos 50+68=118 quadrados, o que quer dizer que, despendendo apenas uma quarta parte do vapor, obtemos um trabalho igual a 0,59 do trabalho total, isto é, um cylindro cheio de vapor que produzia um trabalho igual a 200, na machina trabalhando sem expansão, empregado n'uma outra machina onde o vapor fosse introduzido só durante a quarta parte do passeio do embolo, produziria um trabalho representado por

## veremos que na metade do passeio do embolo, a pressão é representa $474 = 4 \times 811$ r 0.25 no tim do

A formula pela qual se acha a pressão do vapor no fim do passeio do embolo ou em qualquer ponto intermedio no trabalho por expansão, é a seguinte:

entre a parte exterior d'esta curva e a parede de cy-  
lindre, representa e est
$$\sqrt{\frac{1}{2}}$$
  $\sqrt{\frac{1}{2}}$   $x$ al exercido pela expan-

são do vapor durante o passejo do embolidado do oão

P = pressão inicial do vapor no shape at stage ab

distancia caminhada pelo embolo antes de fechada a entrada do vapor

L = distancia caminhada quando a pressão do va-

x = pressão do vapor dentro do cylindro quando o embolo caminhou a distancia L

Da formula antecedente deduz-se tambem a seguinte:

obtoberacy charachildo odlad stroto charach spoil  $l=rac{x}{P}$ 



Exemplo. — Temos uma machina cujo passeio do embolo é de 1<sup>m</sup>,50 trabalhando com vapor a 2 atmospheras ou 2 kilogrammas por centimetro quadrado, e com expansão a <sup>4</sup>/<sub>4</sub>; pergunta-se: qual será a pressão de vapor no fim do passeio do mesmo embolo?

Temos paratingo espararbuma a coastronounita official

p=2 kilogrammas chamelo solomia обранивное вр

 $l=0^{\mathrm{m}},375$  a columber of the masses of the  $l=0^{\mathrm{m}},375$ 

 $L=1^{\rm m},50^{\rm mais}$  omplicado e toma o memo siam etimo è

Logo..... 
$$x = \frac{2 \times 0.375}{4.50} = 0^{k},500$$

Se, conhecendo a pressão inicial, o passeio do embolo e a pressão no fim de completo o passeio, quizessemos determinar o ponto do mesmo passeio em que a entrada do vapor foi fechada para o cylindro, fariamos uso da segunda formula e teriamos:

A quant 
$$75^{\text{m}}$$
  $0^{\text{m}}$ ,  $10^{\text{m}}$   $10^{\text{m}$ 

isto é, 375 millimetros, quarta parte de 1<sup>m</sup>,50 ou <sup>1</sup>/<sub>4</sub> do passeio do embolo.

Condensação do vapor. — Chama-se condensação do vapor ao facto da sua mudança de estado, passando de gaz a liquido.

A condensação effectua-se nas machinas de vapor por meio do resfriamento, ou este seja produzido por uma certa quantidade de agua fria, que, roubando-lhe o calor, transforma o vapor em liquido, dando em resultado uma mistura de agua a uma certa temperatura; ou por meio de contacto, fazendo dividir immensamente o vapor que passa atravez de conductos constante-



mente banhados por agua fria, a qual na sua passagem, roubando o calor ao vapor, o transforma em liquido. No primeiro caso, o producto da condensação é uma mistura; no segundo, é simplesmente vapor condensado ou agua pura.

No primeiro caso, a condensação opera-se n'um vaso de construcção simples, chamado condensador de injecção directa ou de mistura; no segundo, este apparelho é muito mais complicado e toma o nome de condensa-

dor de superficie ou de contacto.

A propriedade da condensação é um facto da mais alta importancia nas machinas, porque permitte que nos desembaracemos quasi instantaneamente de um fluido poderoso, que, acabando de produzir um certo effeito pela sua tensão, a neutralisaria depois, se continuasse a conservar as suas propriedades expansivas. A condensação dá em resultado o poder aproveitar a força ou pressão absoluta do vapor.

A quantidade de agua necessaria n'um condensador ordinario de injecção directa, para condensar o vapor a uma certa pressão e temperatura, é dada

pela seguinte formula:

objects of 
$$x = \frac{c \times P + (T - t)}{(t - t')}$$
 for or interest

A condensación effectua-se has macha:laup an nor

c = 550 coefficiente constante mante of

P == peso do vapor a condensar

T = temperatura do vapor  $R_{\rm cons}$   $R_{\rm cons}$ 

t — temperatura da mistura ou agua resultante da condensação

t' = temperatura da agua fria de injecção



Supponha-se uma machina trabalhando com vapor a 4 atmospheras ou 4 kilogrammas de pressão, com expansão ao quarto, cujo cylindro tem 1 metro cubico de capacidade, e em que a temperatura da agua fria é de 12 graus, e a da mistura da condensação deva ser 40 graus. Pergunta-se que quantidade de agua fria será precisa para a condensação por cada passeio do embolo?

Temos por conseguinte:

c = 550

P=0\*,588 peso de 1 metro cubico de vapor á pressão de 1 atmosphera no fim do passeio do embolo

T = 100 graus

t = 40 graus

t' = 12 graus

Logo . . . . . 
$$x = \frac{550 \times 0,588 + (400 - 40)}{(40 - 42)} = \frac{383,4}{28} = 13,6 \text{ kilogrammas}$$

ou 13,6 litros de agua, ou sejam 27 litros por cada revolução da arvore da machina. Conhecendo pois o numero de rotações por cada minuto, é facil saber a agua necessaria por hora para a condensação do vapor.

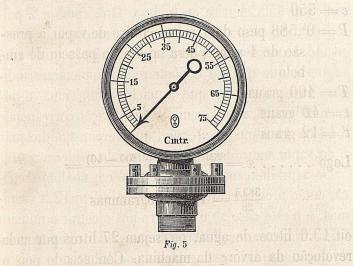
Para a temperatura e peso do vapor, veja-se a tabella a pag. 91.

Vacuo. — Diz-se existir o vacuo n'um espaço completamente vasio, onde não existe ar, nem agua, nem corpo algum que o possa encher.

Nas machinas de condensação opera-se o vacuo no condensador, que é um vaso fechado onde o vapor se



projecta depois de ter servido no cylindro. Este vapor, pelas suas propriedades elasticas, enche completamente todo o espaço do condensador, mas apenas ali chega, sendo-lhe roubado o calor por meio do resfriamento, transforma-se n'uma pequena quantidade de liquido, occupando um pequeno espaço em relação ao volume do condensador, resultando como consequencia ficar o espaço restante completamente vasio, e, n'este caso, o vacuo existe ali.



Ora, como o condensador está em communicação directa com o cylindro de vapor da machina, seguese que o vacuo existe tambem dentro do cylindro, na parte opposta áquella em que o vapor opera sobre o embolo, e n'este caso com toda a sua pressão absoluta.

Manometro de rarefacção ou de vacuo. — É o nome dado ao instrumento empregado para medir o vacuo no condensador, fig. 5. A sua construcção é igual á do manometro de medir a pressão do vapor; tem o



mesmo mostrador e ponteiro indicador, com a differença que a graduação do circulo do mostrador, é feita em centimetros e millimetros, ou então em pollegadas inglezas.

Vimos, quando tratámos da pressão atmospherica, que esta era medida por uma columna de mercurio de 76 centimetros de alto, ou por 30 pollegadas inglezas; são por conseguinte estes dois numeros que servem de limite á graduação do manometro, segundo elle indica medida metrica ou ingleza. Ora, como a 2 pollegadas de altura de columna de mercurio, corresponde a pressão de 1 libra por pollegada quadrada, segue-se que quando o ponteiro do manometro indicar, na occasião em que a machina funcciona, o numero 26 ou 28, a vantagem da condensação corresponde a 13 ou 14 libras de pressão, que devemos addicionar á do vapor indicada no manometro da caldeira.

Se a graduação do manometro é em medida metrica, então a cada centimetro correspondem 13,2 grammas, e n'este caso se o ponteiro nos mostrar o numero 66 centimetros, ou 660 millimetros, não teremos mais do que multiplicar este numero por 13,2:

$$(66 \times 13,2 = 871,2 \text{ grammas})$$

e o resultado addicional-o á pressão indicada no manometro da caldeira.

Isto quer dizer, que se a machina funccionar com uma pressão de vapor vindo da caldeira de 2 ou 4 atmospheras, que corresponde a 2 ou 4 kilogrammas por centimetro quadrado, o trabalho d'essa machina não corresponde só ao produzido por essa pres-



são, mas sim ao produzido por ella, addicionando-lhe o que se ganhou em consequencia do vacuo obtido no condensador e accusado no respectivo manometro. No presente caso seria de 2<sup>k</sup>,871 ou 4<sup>k</sup>,871 por centimetro quadrado.

Tabella indicando as temperatnras, peso, volumes e velocidades do vapor de agua em diversas pressões

21 44 1 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4			12 (21) 125	ABBILLIA	B DELETE	711 111111
Elasticidade ou pressão do vapor em atmospheras	Columna de mercurio a zero, graus que mede esta pressão em metros	Pressão em kilogram- mas por cada centi- metro quadrado	Temperatura em graus centigrados	Peso de um metro cu- bico de vapor em kilogrammas	Volume em litros de 1 kilogramma de vapor à pressão e temperatura corres- pondentes	Velocidade do vapor escapando-se na at- mosphera em me- tros
0,50	0,38	0,516	82,0	0,340	3229,36	UH, HA
0,75	0,57	0,776	92,0	0,451	2217,20	JS CABILL
1,00	0,76	1,033	100,0	0,588	1700,00	241
1,25	0,90	1,218	105,0	0,684	1454,00	67332
1,50	1,14	4,550	112,4	0,854	1171,56	343
1,75	1,33	1,809	117,1	0,984	1016,66	394
2,00	1,52	2,066	121,5	1,111	899,94	427
2,25	1,71	2,326	125,5	1,238	808,00	451
2,50	1,90	2,582	128,8	1,363	733,45	472
2,75	2,09	2,842	132,1	1,487	672,36	488
3,00	2,28	3,400	135,0	1,611	620,74	502
3,25	2,47	3,360	137,7	1,734	576,83	512
3,50	2,66	3,648	140,6	1,855	539,10	520
4,00	3,04	4,433	145,4	2,096	477,05	537
4,50	3,42	4,648	149,1	2,334	428,36	549
5,00	3,80	5,165	153,3	2,568	389,38	562
5,50	4,18	5,681	156,7	2,802	356,86	10164
6,00	4,56	6,200	160,0	3,033	329,69	10 LUI
6,50	4,94	6,719	163,3	3,281	306,62	igge <del>s</del> grad
7,00	5,32	7,235	166,4	3,488	286,70	on Thin
8,00	6,08	8,264	172,1	3,934	254,27	
	0,50 0,75 1,00 1,25 1,50 1,75 2,00 2,25 2,50 2,75 3,00 3,25 3,50 4,00 4,50 5,00 5,50 6,00 6,50 7,00	Description   Description	0,50         0,38         0,546           0,75         0,57         0,776           4,00         0,76         4,033           4,25         0,90         4,248           4,50         4,14         4,550           4,75         4,33         4,809           2,00         4,52         2,066           2,25         4,71         2,326           2,50         4,90         2,582           2,75         2,09         2,842           3,00         2,28         3,400           3,25         2,47         3,360           3,50         2,66         3,618           4,00         3,04         4,433           4,50         3,42         4,648           5,00         3,80         5,465           5,50         4,18         5,681           6,00         4,56         6,200           6,50         4,94         6,749           7,00         5,32         7,235	0,50         0,38         0,516         82,0           0,75         0,57         0,776         92,0           4,00         0,76         1,033         400,0           4,25         0,90         4,248         405,0           4,50         4,44         4,550         412,4           4,75         1,33         1,809         417,1           2,00         4,52         2,066         424,5           2,25         1,71         2,326         425,5           2,50         1,90         2,582         428,8           2,75         2,09         2,842         432,1           3,00         2,28         3,400         435,0           3,25         2,47         3,360         437,7           3,50         2,66         3,648         440,6           4,00         3,04         4,433         445,4           4,50         3,42         4,648         149,4           5,00         3,80         5,465         153,3           5,50         4,48         5,684         156,7           6,00         4,56         6,200         460,0           6,50         4,94         6,719	0,50         0,38         0,516         82,0         0,340           0,75         0,57         0,776         92,0         0,451           4,00         0,76         4,033         400,0         0,588           4,25         0,90         4,248         405,0         0,684           4,50         4,14         4,550         412,4         0,854           4,75         4,33         4,809         417,4         0,984           2,00         4,52         2,066         424,5         4,414           2,25         4,71         2,326         425,5         4,238           2,50         4,90         2,582         428,8         4,363           2,75         2,09         2,842         432,1         4,487           3,00         2,28         3,400         435,0         4,611           3,25         2,47         3,360         437,7         4,734           3,50         2,66         3,618         440,6         4,855           4,00         3,04         4,433         445,4         2,096           4,50         3,42         4,648         149,4         2,334           5,00         3,80         5	0,50         0,38         0,516         82,0         0,340         3229,36           0,75         0,57         0,776         92,0         0,451         2217,20           4,00         0,76         4,033         400,0         0,588         4700,00           4,25         0,90         4,248         405,0         0,684         4454,00           4,50         4,14         4,550         412,4         0,854         4471,56           4,75         4,33         4,809         417,1         0,984         4046,66           2,00         4,52         2,066         424,5         4,414         899,94           2,25         4,71         2,326         425,5         4,238         808,00           2,50         4,90         2,582         428,8         4,363         733,45           2,75         2,09         2,842         432,1         4,487         672,36           3,00         2,28         3,400         435,0         4,641         620,74           3,25         2,47         3,360         437,7         4,734         576,83           3,50         2,66         3,648         140,6         4,855         539,40



Tabella de pressões atmosphericas comparativas sobre 1 centimetro quadrado, 1 centimetro circular e 1 pollegada quadrada ingleza

	Pressões atmosphericas					
Numeros de atmospheras	Sobre 4 centimetro quadrado	Sobre centimetro circular	Sobre 1 pollegada ingleza quadrada			
A Mathematical	Kilogrammas	Kilogrammas	Kilogrammas	Libras		
1910/1190	1,0325	0,811	6,660	15		
2	2,065	1,622	13,322	30		
3 3	3,097	2,433	19,980	45		
me 4 neo	4,130	3,224	26,645	60		
80 5000	5,162	4,055	33,303	75		
6	6,195	4,865	39,967	90		
7	7,227	5,676	46,626	105		
8	8,260	6,488	53,280	120		
9	9,292	7,299	59,948	135		
10	10,325	8,109	66,612	150		
smu <b>15</b> eta	15,487	12,164	99,945	225		
20	20,650	16,218	133,225	300		
25	25,812	20,273	166,528	375		
30	30,975	24,328	199,838	450		
35	36,437	28,383	233,444	525		
40	41,300	32,437	266,451	600		
45	46,462	36,492	299,754	675		
50	51,625	40,546	333,030	750		

A pressão em libras por pollegada ingleza quadrada faz alguma differença da pressão em kilogrammas, por isso que a pressão atmospherica não são 15 libras exactas, mas sim 14,7; no emtanto na pratica toma-se o numero 15 e seus multiplos como representando a pressão exacta.

A pressão sobre 1 centimetro quadrado  $\times$  0,7854, dá a pressão sobre 1 centimetro circular.



A pressão sobre 1 centimetro quadrado  $\times$  6,4516 dá a pressão sobre 1 pollegada ingleza quadrada.

Para se acharem as pollegadas ou centimetros cir-

culares, quadra-se o diametro do circulo.

Exemplo: O embolo do cylindro de uma machina de vapor tem de diametro 22 pollegadas ou 56 centimetros. Logo

(22)<sup>2</sup> = 484 pollegadas circulares de superficie

e tambem

 $(56)^2 = 3136$  centimetros circulares.

Areometro. — O areometro é um instrumento empregado para determinar a densidade dos liquidos e mesmo dos solidos; estes instrumentos são, uns a peso e outros a volume variavel, sendo estes ultimos os geralmente empregados na industria.

O areometro a volume variavel é um tubo de vidro fechado superiormente e terminando inferiormente n'uma bola com a fórma pyramidal ou espherica, e ligada a esta, uma outra mais pequena contendo chumbo ou mercurio para dar estabilidade ao instrumento e conserval-o vertical quando mergulhado no liquido. No interior do tubo está collocada uma tira de papel com as divisões da escala. A densidade do liquido é indicada pelo grau de divisão que fica ao nivel do liquido quando o instrumento está mergulhado.

O areometro mais em uso é o de Baumé. Graduase este instrumento quando tem de servir para liquidos mais densos do que a agua, do seguinte modo: mergulha-se em agua pura, e no ponto da haste, correspondente ao nivel da agua, marca-se o 0 (zero) da escala, depois mergulha-se em uma mistura de 85 partes de agua e 15 de sal ordinario, o instrumento



sobe, e no ponto que corresponde ao nivel do liquido marca-se na haste o numero 15; divide-se o intervallo em 15 partes iguaes e continua-se a divisão para baixo.

Nos areometros destinados a liquidos menos densos do que a agua, faz-se a graduação mergulhando o areometro em uma dissolução de 90 partes de agua e 10 de sal commum, e marca-se no ponto de fluctuação o 0 (zero): depois torna a mergulhar-se em agua pura; o instrumento desce, e no ponto onde pára, marca-se 10; divide-se o intervallo em 10 partes iguaes e continua-se a divisão para cima.

Para medir o grau de saturação da agua salgada nas caldeiras das machinas maritimas emprega-se geralmente um apparelho a que se dá o nome de salinometro, o qual não é mais do que um vaso de metal fundo bastante, contendo dentro um hydrometro e um thermometro; o primeiro d'estes instrumentos tem a mesma fórma dos areometros e é de vidro ou de metal; a graduação da sua haste tem apenas 12 divisões. O zero da escala marca a densidade da agua pura, a primeira divisão  $\frac{1}{32}$ , o termo medio da densidade ou gravidade especifica da agua do mar que tem em dissolução  $\frac{4}{39}$  do seu peso de sal commum; o ultimo  $\frac{12}{32}$ , marca o ponto de saturação da agua; as divisões intermedias mostram portanto a quantidade de sal em dissolução entre os dois extremos. Comtudo a maior parte dos hydrometros destinados exclusivamente para o serviço das machinas maritimas, e sobretudo os inglezes, só têem 4 ou 5 grandes divisões, subdivididas cada uma d'ellas em quatro partes iguaes e marcadas as primeiras ou grandes divisões em  $\frac{1}{32}$ ,  $\frac{2}{32}$ ,  $\frac{3}{32}$  e  $\frac{4}{32}$ .



A densidade da agua n'estas caldeiras quando funccionam, nunca deve deixar chegar-se a  $\frac{4}{32}$ , porque d'este ponto em diante os saes começam a precipitar-se e as incrustações a terem logar sobre as chapas; o ponto  $\frac{2}{32}$  é aquelle em que a mesma agua deve conservar-se para um bom funccionamento, isto para as caldeiras de machinas de condensador ordinario e  $\frac{4}{32}$  para as que têem condensador de superficie; as indicações porém d'este instrumento não são exactas senão a uma temperatura constante; é por isso que junto com elle se faz sempre uso do thermometro.

A maneira de empregar ou fazer uso do instrumento é a seguinte: tira-se da caldeira por meio de uma das torneiras de prova ou outra, agua sufficiente que encha o vaso, depois mergulha-se o thermometro, observa-se a temperatura, espera-se que o mercurio marque na escala 200 graus Fahrenheit ou 93 centigrados, e n'este momento mergulha-se o hydrometro e observa-se a sua graduação no ponto de fluctuação; se elle marcar menos de  $\frac{2}{32}$  em um caso e  $\frac{4}{32}$  no outro, a saturação é a conveniente; se porém o hydrometro marcar mais de  $\frac{2,5}{32}$  ou  $\frac{4.5}{32}$ , segundo se tratar de caldeira de machina com condensador ordinario ou de superficie, o engenheiro de quarto deve procurar, por meio de sangrias successivas ou maior grau de abertura de escumação, e renovação da agua da caldeira por uma alimentação mais abundante, extrahir os saes que existem a mais em dissolução na agua.

É preciso, como dissemos, ter muita attenção para o grau de temperatura sob o qual se faz a observação,



pois que se a agua estiver fria o hydrometro boiará mais, se estiver mais quente, mergulhará mais e d'este modo as suas indicações serão erradas.

Se fizessemos uso de um areometro de Baumé, teriamos de deixar arrefecer a agua, e só depois é que poderiamos fazer uso do instrumento, devendo contar 2,128 graus por cada  $\frac{1}{32}$  do hydrometro, pelo que  $\frac{2}{32}$  corresponderia a 4,25,  $\frac{3}{32}$  a 6,38, etc.

Tabella da densidade ou gravidade especifica da agua, têndo differentes quantidades de sal em dissolução e temperaturas correspondentes de ebullição

	Porção de sal	Temperatura de ebullição	
Gravidade éspecifica	em 4 0 partes de agua pura	Graus Fahrenheit	Graus centigrados
1	0	212,0	100,0
1,029	$\frac{4}{32}$	243,2	100,6
1,058	$\frac{2}{32}$	214,4	101,15
1,087	$\frac{3}{32}$	215,5	101,8
1,116	$\frac{4}{32}$	216,6	102,4
1,145	$\frac{5}{32}$	217,9	103,1
1,174	$\frac{6}{32}$	219,0	103,9
1,203	$\frac{7}{32}$	220,2	104,5
1,232	$\frac{8}{32}$	221,4	105,2
1,261	$\frac{9}{32}$	222,5	105,8
1,290	$\frac{40}{32}$	223,7	106,4
1,319	$\frac{41}{32}$	224,9	107,1
1,348	$\frac{12}{32}$	226,0	107,8



# erate remained also a semestra a much see a comparative comparative ${ m IV}_{ m c}$ and a manufacture and a large comparative comparative and a large comparative comparativ

erath a saudi beathar ant eineam aice, garan ac cami

#### CALCULOS

## SOBRE AS MACHINAS DE VAPOR MARITIMAS E SUAS PRINCIPAES DIMENSÕES

Para se applicar uma machina de vapor a um certo e determinado navio, precisa-se, em primeiro logar, saber approximadamente qual o trabalho resistente d'esse navio, e para este fim é necessario estabelecer qual a sua velocidade media de andamento, e bem assim conhecer a superficie da secção mestra na sua linha de agua carregada.

Velocidade ou caminho percorrido por um navio. — Mede-se por leguas maritimas de 5:555 metros, ou, a maior parte das vezes, por milhas maritimas de 1:851 metros ou um terço de legua. O nó de almirantado inglez mede 1:853 metros.

Determina-se vulgarmente o numero de milhas de andamento de um navio por meio da barquinha, disco delgado de madeira de fórma triangular, tendo chumbo na sua parte inferior; este disco, pela sua construcção particular, tem a propriedade de ficar immovel e vertical quando cáe na agua, emquanto o navio segue a sua marcha. A barquinha está presa a um fio ou cordel que é dividido em nós, de tal fórma combinados, que o seu numero, decorrido durante meio minuto de



marcha do navio, corresponde approximadamente ao mesmo numero de milhas por elle percorrido por hora.

Experiencia de velocidade ou andamento dos navios. — Antes de um navio de vapor fazer as suas experiencias de verdadeira efficiencia no alto mar, têem logar as de andamento e calculo da força do seu motor na milha medida. Dá-se este nome á distancia entre duas marcas collocadas em terra e perfeitamente visiveis de bordo.

O navio deve passar em frente d'estas marcas, tendo a proa e popa na direcção de uma linha tambem referida a dois pontos fixos em terra ou no mar, de modo que o navio no seguimento se não desvie, e siga sempre a linha recta emquanto passa em frente das marcas.

Entre nós, esta experiencia tem logar no Tejo, estando as marcas estabelecidas na margem sul proximo de Porto Brandão, e sendo a linha de enfiamento determinada pela torre de S. Julião da Barra e pelo pontal de Cacilhas. Depois de differentes corridas, nunca menos de quatro, a favor e contra a corrente de agua, tendo-se tomado nota em cada uma d'ellas do tempo gasto em minutos e segundos, que o navio levou a percorrer a distancia entre as duas marcas, sommam-se e dividem-se pelo numero de corridas, obtendo-se d'este modo a velocidade media de andamento do navio.

Trabalho resistente de um navio. — À resistencia que se oppõe ao movimento de qualquer corpo na agua é de 50 a 60 kilogrammas por metro quadrado de superficie à velocidade de 1 metro por segundo de tempo; esta resistencia cresce porém proporcionalmente á secção e ao quadrado da velocidade.



Tomando para base dos nossos calculos o numero 60, e sendo:

- T— trabalho resistente do navio avaliado em kilogrammetros por segundo;
- S— secção maxima immergida, expressa em metros quadrados;
- V— velocidade do navio em metros, por segundo;
- v velocidade da corrente de agua também em metros;
- K—coefficiente numerico que, para os navios bem construidos, póde ter os seguintes valores:

Navios de fórmas cheias proprios para o alto mar,

$$K = 0.12 \text{ a } 0.20$$

Navios para o alto mar de fórmas finas,

demonstration of 
$$K = 0.10$$

Para barcos de boas ou mediocres condições navegando em rios,  $K = 0.15 \, \mathrm{a} \, 0.25$ 

Barcos alongados, rapidos, para a navegação em rios,

$$K=0.20~\mathrm{a}~0.50$$

Suppostos estes dados achar-se-ha o trabalho resistente de um navio pelas seguintes formulas:

1.ª — Em agua morta,

$$T = K \times 60 \times S \times V^3$$



2. - Descendo uma corrente,

$$T = K \times 60 \times S (V - v)^2 \times V$$

3. a — Subindo uma corrente,

$$T = K \times 60 \times S(V + v)^2 \times V$$

O que conduz ás seguintes regras:

- 1.ª Para o trabalho resistente de um navio em agua morta:
- Multiplique-se o coefficiente numerico correspondente à qualidade do navio pelo numero constante 60, pela maxima secção immergida do navio, em metros quadrados, e pelo cubo da velocidade do navio em metros por segundo; o producto será o trabalho resistente.
- 2. Suppondo o barco descendo a corrente de um rio:
- Multiplique-se o coefficiente K, pelo numero constante 60, pela secção maxima immergida do navio em metros quadrados, pela differença entre a velocidade do navio e a da corrente em metros por segundo elevados ao quadrado, e o producto pela velocidade do navio em metros no mesmo tempo; o resultado será o trabalho resistente.
- 3.a—Suppondo o barco subindo a corrente de um rio:
- A regra é a precedente, com uma differença que, em logar de se multiplicar o quadrado da differença entre as duas velocidades, multiplica-se o quadrado da sua somma.



Appliquemos as precedentes regras a dois exemplos. Seja-nos dado um navio qualquer, cuja secção maxima immergida seja:

S-34 metros quadrados;

V— velocidade de andamento, 10 nós por hora, ou 5 metros em numero inteiro por segundo;

K— 0,12, por exemplo, sendo o navio de fórmas cheias.

#### Pede-se:

1.º — O trabalho resistente d'este navio;

2.º— A força da machina de vapor que lhe deve servir de motor.

#### Teremos:

 $T = 0.12 \times 60 \times 34 \times (5)^3 = 30600 \text{ k. m.}$  e F = 30600 : 75 = 408 cavallos de vapor, trabalho resistente.

Ora, como o melhor propulsor não utilisa mais dos 0,60 a 0,65 da força da machina, esta deverá ter para satisfazer com segurança ás condições exigidas;

$$\frac{408}{0.65}$$
 ou  $\frac{408}{0.60}$ , isto é,

627 ou 680 cavallos de força real ou effectiva.

Temos um barco para navegar n'um rio estreito e pouco fundo nas seguintes condições:

Secção maxima resistente,

 $S = 3^{m^2}, 20$ 



Velocidade na subida da corrente,

$$V = 6^{\rm m}, 50$$

A corrente do rio suppõe-se,

$$v = 0^{\rm m}, 50$$

O coefficiente,

$$K = 0.30$$

A terceira formula dar-nos-ha por trabalho resistente de um tal navio o seguinte:

$$T$$
= 0,30 × 60 × 3,20 × (5,5 + 0,50)  $^2$  × 5,5 = 11405 k. m., resistencia devida á agua.

Se quizermos juntar a esta resistencia aquella devida ao vento (só para estes casos), que poderemos tomar por 5 kilogrammas por metro quadrado, e suppondo que o barco apresenta uma superficie exposta ao vento de 15 metros quadrados, dos quaes tomaremos os 0,6 em consequencia da fórma afilada do casco teremos:

$$K=0.6\times15\times5=45$$
 kilogrammas

que á velocidade do navio de 5,5 metros dará,

os sismontal 
$$45 \times 5,5 \stackrel{\text{def}}{=} 247 \, \text{k. m.}$$
 noss sundam

Logo o trabalho resistente total será, o como o cara

$$T = 11405 + 247 = 11652 \text{ k. m.}$$

ou 
$$\frac{11652}{75}$$
 = 156 cavallos vapor



Se suppozermos que o propulsor utilisa os 0,65 da força motora, a machina de vapor para um tal barco deverá ter,

$$F = \frac{156}{0.65} = 240$$
 cavallos de força effectiva

Estes calculos, e outros muitos em que differentes engenheiros têem trabalhado para apresentarem as proporções em que a força das machinas deve estar para com as velocidades exigidas aos navios, quer navegando em rios, quer no alto mar, não são mais do que approximações, pois que é quasi impossivel predizer com exactidão qual será a velocidade de um navio empregando uma machina de um certo numero de cavallos de força, bem como qual a força a empregar para dar ao navio uma determinada velocidade. São tantos e tão differentes os elementos a considerar, e tantas as influencias a que o navio está sujeito e que affectam o seu andamento, que seja qual for a regra empregada, ella não póde ser julgada senão como uma approximação de mais ou menos valor.

A fórma do navio, as suas linhas á proa e popa, a proporção entre o comprimento, a largura ou bocca, e a linha de agua carregada, a fórma, diametro e immersão do propulsor, e o coefficiente de força util da machina, são tudo elementos de grande influencia sobre os resultados que se desejam obter, e por esta rasão muitos constructores se servem do methodo comparativo, isto é, tomam os dados de navios já construidos e experimentados, para lhes servirem de base ao calculo das suas novas construcções.

Foi empregando este meio que mr. William Allam,



consultando differentes auctoridades, no seu livro recentemente publicado com o titulo de *Ship-owners*, and *Engineers'guid*, pôde achar uma formula que parece satisfazer com bastante approximação ao fim desejado, e por isso aqui a apresentâmos com os differentes exemplos demonstrativos.

Determinar a velocidade em nós que deve ter um navio de vapor a helice, empregando uma machina de um certo numero de cavallos indicados. — A formula é a seguinte:

(1) 
$$V = \sqrt[3]{\frac{F \times 20000}{C \times (L + 2P) \times 0.91}}$$

As letras designam:

V— velocidade do navio em nós;

C— comprimento do navio na linha de agua carregado;

L — largura, na mesma linha;

P — pontal ou altura na mesma linha;

F— força da machina em cavallos indicados.

Os numeros 20000 e 0,91 são coefficientes constantes para navios de fórmas cheias.

Determinar a força em cavallos indicados que deve ter uma machina de vapor, para imprimir a um navio uma certa velocidade em nós por hora. — A formula é a seguinte:

(2) 
$$F = \frac{V^3 \times C \times (L + 2P) \times 0.91}{20000}$$



### Applicações:

1.3—Seja-nos dado um navio com as seguintes dimensões:

Comprimento na linha de agua carregada	265	pés
Largura na mesma linha	38	))
Pontal na mesma linha	19	>

As machinas devem desenvolver 950 cavallos indicados; qual deverá ser o andamento d'este navio em viagem regular?

Teremos 
$$V = \sqrt[3]{\frac{950 \times 20000}{265 \times (38 + 38) \times 0.94}}$$

$$\sqrt[3]{\frac{19000000}{18327}} = \sqrt[3]{1036} = 10 \text{ nós por hora.}$$

São estas as dimensões e força da machina do vapor Sybil, o qual conserva uma marcha regular de  $10^{4}/_{4}$  nós por hora.

2.ª—Supponha-se agora que, possuindo um navio com as precedentes dimensões, se exigia que elle tivesse um andamento de 10 nós por hora. Qual deveria ser a força em cavallos indicados da sua machina?

$$F = \frac{10^3 \times 265 \times (38 + 38) \times 0.94}{20000} = \frac{18327400}{20000} = 916 \text{ cavallos}$$



3.ª—Seja um navio de vapor tendo as seguintes dimensões:

Comprimento na linha de agua carregada	258	pés
Largura na mesma linha	32	" "
Pontal na mesma linha	19	מ '

Força da machina em cavallos indicados 500. Pergunta-se que andamento se deve esperar d'este navio?

$$V = \sqrt[3]{\frac{500 \times 20000}{258 \times (32 + 38) \times 0.91}} = \sqrt[3]{\frac{10000000}{16434}} = \sqrt[3]{608} = 8.47 \text{ nós por hora.}$$

É este o andamento regular em boas condições de tempo do vapor Coronilla.

4.ª—Temos um navio de maiores dimensões e força de machina do que os precedentes, e desejâmos saber qual deverá ser o seu andamento nas condições seguintes:

Comprimento na linha de agua carregada		
Largura na mesma linha	36	D
Pontal na mesma linha	22	D

Força da machina calculada 1000 cavallos indicados. Teremos:

$$V = \sqrt[3]{\frac{1000 \times 20000}{300 \times (36 + 44) \times 0.91}} = \sqrt[3]{\frac{20000000}{21840}} = \sqrt[3]{915} = 9.7 \text{ nós}$$



O vapor *Alvah*, que tem estas dimensões e força de machina, conserva em viagem regular o andamento de 9 <sup>1</sup>/<sub>4</sub> nós por hora.

Appliquemos agora estas formulas a navios de grandes dimensões e de linhas finas como são os paquetes transatlanticos.

Para estes navios o coefficiente 0,91 deve reduzirse a 0,71.

5.ª—Seja nos dado um navio de vapor com as seguintes dimensões:

Comprimento na linha de agua carregado	475	pés
Largura na mesma linha	44	))
Pontal na mesma linha	26	<b>»</b>

Calculando-se que a força da machina deva ser 4500 cavallos indicados, pergunta-se, qual será o andamento provavel d'este navio?

$$V = \sqrt[3]{\frac{4500 \times 20000}{475 \times (44 + 52) \times 0.74}} =$$

$$\sqrt[3]{\frac{90000000}{32376}} = \sqrt[3]{2779} \, 14.2 \, \text{nós}$$

O navio que tem estas dimensões, tem effectivamente o andamento regular de  $14^{4}/_{4}$  a  $14^{4}/_{2}$  nós por hora.

6.ª—Tomando ainda para exemplo um outro grande vapor (paquete), cujas dimensões sejam as seguintes.

Comprimento na linha de agua carregado	520	pés	
Largura na mesma linha	52	))	
Pontal na mesma linha	27	))	



Força calculada para a machina, 9000 cavallos indicados, pergunta-se, que andamento se deve esperar d'este navio?

$$V = \sqrt[3]{\frac{9000 \times 20000}{520 \times (52 + 54) \times 0,74}} = \sqrt[3]{\frac{180000000}{39435}} = \sqrt[3]{4600} = 16,65 \text{ nós por hora.}$$

Proporcionar a força da machina em relação á tonelagem do navio. — Quando se trata de resolver este ponto, raras vezes lembra que a força effectiva da machina augmenta n'uma proporção superior á da tonelagem, pois que a resistencia da agua ao andamento do navio varía com o quadrado da raiz cubica da tonelagem.

Esta lei é comtudo neutralisada na pratica pelo facto do deslocamento augmentar geralmente em uma rasão mais consideravel do que a tonelagem nominal.

Se pois desejarmos construir um navio de uma certa grandeza e velocidade, o methodo mais seguro de proceder, é tomar como modelo o navio que mais se lhe approximar em tonelagem e linhas de construcção, e no caso de desejarmos que elle tenha mais velocidade, a lei natural dada a pag. 217 servirá de guia para a quantidade addicional de força que deveremos dar ao motor. Assim, se conhecermos que um navio de 1000 toneladas, munido de uma machina de 400 cavallos de força tem uma velocidade de 10 nós, e quizermos que o navio que vamos construir, tendo a mesma tonelagem, possua uma velocidade de 12 nós, obteremos a força da sua machina pela seguinte proporção

 $10^{\, \mathrm{3}} : 12^{\, \mathrm{3}} :: \, 400 : x$ ou 691 cavallos, força indicada.



# FORMULAS APRESENTADAS PELO «ARTISAN CLUB»

# DANDO AS DIMENSÕES DAS PARTES PRINCIPAES DAS MACHINAS DE VAPOR PARA A NAVEGAÇÃO

Estas formulas dizem respeito ás machinas de balanceiro, já hoje completamente abandonadas, no emtanto, como não deixam de poder ter applicação para as machinas de outros systemas em muitas das suas partes, por isso as apresentâmos.

As pressões do vapor são expressas em kilogrammas por centimetro quadrado, e as dimensões em centimetros.

## Sejam:

p — excesso maximo de pressão do vapor na caldeira sobre a atmosphera;

P — pressão por centimetro quadrado sobre o embolo do cylindro de vapor;

D — diametro do cylindro;

R — raio da manivella ou metade do passeio do embolo;

n — força da machina em cavallos.

Suppõe-se ser o vacuo perfeito no condensador, e a pressão no cylindro ser igual á pressão absoluta do vapor na caldeira, de sorte que temos

$$P = p + 1,033$$

Sendo as roturas das peças das machinas de mar mais perigosas que nas machinas de terra, multiplica-



se P por um coefficiente de segurança k; portanto nas seguintes formulas teremos

$$P = k (p + 1,033)$$

k, é comprehendido entre 1,5 e 2, sendo este ultimo numero o maximo.

#### Moentes da arvore da roda de pás

Diametro . . . . . . . . . 0,19723 
$$(R \times P \times D^2)^{\frac{1}{3}}$$
  
Comprimento do moente  
sendo  $\delta$  o diametro . . . .  $(1+\frac{1}{4})\delta$ 

#### Manivella

Diametro exterior e comprimento do grande olho da manivella, sendo d o diametro da arvore

$$d + \left(\frac{D \times (P \times 3,443 \times R^2 + 0,16433 \times D^2 \times P^2)^{\frac{1}{2}}}{64,97\sqrt{R}}\right)^{\frac{2}{3}}$$

manivella do lado do botão, sendo  $\delta$  o diametro do botão . . . . . . . . .  $\delta + 0.0955 \times \sqrt{P} \times D$ Comprimento do olho . . . .  $0.1421 \times \sqrt{P} \times D$ Espessura do corpo da manivella medida na linha que passa pelo centro da arvore

Diametro exterior do olho da

$$\left(\frac{D^2 \times P \times \sqrt{1,561 \times R^2 \times 0,0704 \times D^2 \times P}}{632,7}\right)^{\frac{4}{3}}$$



A largura no mesmo ponto será igual ao dobro da espessura.

Espessura do corpo da manivella medida na linha do centro do botão ...  $0.083 \sqrt{P} > D$ 

A largura no mesmo ponto é igual a 1,5 a espessura.

#### Cruzeta da haste do embolo

Comprimento		$1,4 \times D$
Diametro exterior no sitio do ol	lhal que r	e
cebe a haste do embolo, sen	do 8 o dia	$a^{2}$
metro interior δ +		
Altura n'esta parte	0,237	$\times P^{\frac{1}{3}} \times D$
Diametro dos moentes extremos	0,06474	$\sqrt{P} \times D$
Comprimento do moente		$\frac{9}{2} \times D$
Espessura da cruzeta ao centro	0,0593	$\times P^{\frac{4}{3}} \times D$
Altura no mesmo ponto	0,2222	$\times P^{\frac{1}{3}} \times D$
Espessura proximo dos moentes	0,046	$\times \sqrt{P} \times D$
Altura nos mesmos pontos	0,0766	$\times P^{\frac{1}{22}} \times D$

#### Haste do embolo

Diametro	0.081	$\frac{P^{\frac{2}{2}} \times D}{14}$	
Comprimento da parte que veste no		14	
embolo	0,15	$P^{\frac{1}{2}} \times D$	)
Diametro maximo do cone que veste		sllavio	
na cruzeta	0,072	$P^{\frac{1}{2}} \times D$	)
Diametro minimo	0,068	$P^{\frac{1}{2}} \times D$	)
Diametro maximo do cone que veste			
no embolo	0,106	$P^{\frac{1}{2}} \times D$	



Diametro minimo do mesmo	0.087	$P^{\frac{1}{3}}\times D$
Largura da chaveta e contra chaveta		
que veste na juncção da haste com		
		$P^{\frac{1}{3}} \times D$
a cruzeta	0.017	$P^{\frac{4}{3}} \times D$
Largura da chaveta do embolo	0,064	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
	Control of the Contro	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
Espessura da mesma	0,020	
Minanta mulnainal		
Tirante principal	da cabe	
Diametro do tirante nos extremos		
Diametro no centro, sendo $l$ o com-	a da me	Espesson
primento do tirante malad ob em		
of the state of th	it on star	
$(1 + 0.0035 \times l) \times 0.072$	$\times P_{2} \times$	D
Diametro maximo do cone que veste		
na cruzeta	0,074	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
Diametro minimo.	0,068	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
Largura da cabeça do tirante entre		
o estroposeme	0.1181	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
	0.094	$P^{\frac{1}{2}}\times D$
	Eixo o	
to de ajustamento das chavetas	0.03222	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
	AND THE PERSON OF THE PARTY OF	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
Distancia entre a chaveta e o extre-	G. Polner	
	0 0266	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
	0,0300	$\Gamma^2 \times D$
Largura da chaveta e contra-cha-	0.0000	$\mathbb{D}^{1}$ $\mathbb{D}$
	0,0800	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
Largura das mesmas peças no es-	0.000	-1 -
	0,083	
Espessura das chavetas	0,02128	$P^{\frac{1}{2}} \times D$



#### Tirantes lateraes do cylindro

Diametro nos extremos..........  $0.0487 \ P^{\frac{1}{2}} \times D$ Diametro ao centro, sendo l o comprimento

$$(1 + 0.0035 \times l) \times 0.0487 P^{\frac{1}{2}} \times D$$

Largura da cabeça do tirante no		
sitio do estropo	0,0581	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
Espessura da mesma	0,046	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
Diametro do moente do balanceiro		
que veste no tirante	0,053	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
Largura do mesmo	0,0573	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
Espessura media do estropo no si-		
tio das chavetas	0,02426	
Espessura superior	0,0177	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
Largura das chavetas e contra cha-		
vetas	0,06	$P^{\frac{1}{2}} \times D$
Espessura das mesmas	0,0125	$P^{\frac{1}{2}} \times D$

### Eixo ou munhão principal do balanceiro

#### Orificios de distribuição do vapor

Area dos orificios em centimetros quadrados

$$\frac{2,2 \times R \times D^2}{5486.4} + 52$$



Bourne apresenta a seguinte regra:

Multiplique-se a area do cylindro em pollegadas (inglezas) quadradas pela velocidade do embolo em pés por minuto, e divida-se o producto por 4000, o quociente será a area pedida.

Para machinas trabalhando com grande velocidade:

Multiplique-se onze vezes o comprimento do passeio do embolo do cylindro em pés, pelo quadrado do diametro do cylindro em pollegadas, e divida-se o producto por 1600, junte-se 8 ao quociente, e o resultado será a area pedida.

Outros engenheiros, simplificando os calculos, dão para area destes orificios  $\frac{1}{20}$  da area do embolo e mesmo  $\frac{1}{15}$  e menos para as machinas trabalhando com grande velocidade, estabelecendo a rasão de 1:4 ou 1:6 entre a largura e o comprimento.

O orificio da saída deve sempre ter uma area superior ao de entrada de 1,5 pelo menos.

Tubo conductor do vapor

Diametro do tubo,

 $(10,000326 \times R \times D^2 + 65,8)^{\frac{1}{2}}$ 

> 1 > 48 100 Bomba alimentar on one on si

Capacidade em centimetros cubicos . . . . . .  $\frac{R \times D^2}{180}$ 

Na pratica é necessario que esta bomba possa fornecer uma quantidade de agua muito superior á consumida em gerar o vapor gasto na machina. Nas machinas de mar é costume dar-lhe, pelo menos, o duplo



do volume da agua transformada em vapor, não sómente para que possa supprir as perdas por qualquer rotura na chapa da caldeira ou pelas cravações dos tubos, mas tambem para substituir a agua que sáe pela escumação ou sangragem da caldeira. A introducção da agua na caldeira é regulada pela abertura da valvula ou torneira ligada a ella, e o excesso que a bomba fornece, não sendo necessaria, passa pela valvula de escape da bomba para o reservatorio de alimentação.

A velocidade da agua nas passagens da bomba não deve exceder de 150 metros por minuto, e a area das valvulas, não ser inferior a  $\frac{1}{4}$  da area do embolo ou do corpo da bomba.

#### Balanceiro

Diametro das cabeças extremas $0.074 \times D$
Espessura d'esta parte $0.02$ . $0.052 \times D$
Diametro dos eixos extremos
Largura dos ditos 0,076 $\times D$
Diametro dos eixos para a bomba de ar $0.045 \times D$
Largura dos mesmos 0,049 $\times$ D
Altura do balanceiro no centro
de movimento, sendo $l$ o $ imes$ 028000.01)
comprimento do mesmo ba-
lanceiro
evisor and the second s

# Capacidade em centimetros embiocas.

Passeio igual a metade do embolo do cylindro a vapor.



Como o embolo d'esta bomba não esgota senão no seu ascenso, o volume por elle produzido deve ser  $\frac{1}{8}$  ou, pelo menos,  $\frac{1}{9}$  do que for engendrado por um passeio duplo do embolo do cylindro de vapor.

Nas machinas construidas presentemente, as bombas de ar são quasi todas de duplo effeito, o que lhe reduz o volume a proximamente metade do indicado.

A bomba de ar de simples effeito, esgota a agua e o ar do condensador só no ascenso do seu embolo, emquanto que as de duplo effeito fazem este esgoto, tanto no ascenso como no descenso; pelo que estas ultimas precisam ter valvulas de inducção e de extracção em ambos os extremos e o embolo cheio, emquanto que as de simples effeito são unicamente providas com uma valvula de inducção no fundo, que serve para interceptar a communicação entre a bomba de ar e o condensador, e uma outra de descarga na parte superior para dar passagem á agua da condensação para o reservatorio das mesmas. Nas bombas de simples effeito o embolo precisa ser munido de valvulas para no seu descenso dar passagem á agua da condensação para a sua parte superior. A area da valvula ou valvulas de inducção e de descarga n'estas bombas têem ordinariamente  $\frac{1}{4}$  da area do embolo.

Para as machinas em que a velocidade do embolo da bomba de ar é a mesma do embolo do cylindro de vapor, a area das valvulas deve ser igual á do proprio embolo da bomba, e, n'este caso, a area é dividida por duas, quatro, seis ou mais valvulas de caoutchouc vulcanisado, segundo a grandeza e força da machina.



#### Area do tubo de injecção

Junte-se 2,81 à força nominal em cavallos-vapor da machina, multiplicados por 0,069, o resultado será a area do tubo em pollegadas inglezas quadradas.

## Torneira de injecção

A abertura ordinaria d'esta torneira é de 29 millimetros quadrados por força de cavallo; deve porém reservar-se a faculdade de a poder abrir até 40 millimetros.

#### Condensador of as one component

A capacidade do condensador é ordinariamente igual a um terço do volume produzido pelo embolo do cylindro de vapor em um passeio simples; não ha porém o menor inconveniente em augmentar esta proporção quando a construcção da machina o permitta.

# Cruzeta da bomba de ar

T Day carried at a page 13 thousand 1	
Espessura na parte que rebe a hastece	$0.25 \times D$
Altura n'esta parte	$0.171 \times D$
Diametro dos moentes nos extremos	$0,501 \times D$
Largura dos mesmos	$0.058 \times D$
Espessura da cruzeta ao centro	$0.043 \times D$
Altura n'este ponto	
Espessura proximo dos moentes	$0.037 \times D$
Altura n'esta parte	$0.061 \times D$

### Haste do embolo da bomba de ar

Diametro sendo de cobre	0,067	$\times D$
Largura das chavetas e contra-chavetas		



Espessura das mesmas
Largura da chaveta do embolo $0,051 \times D$
Espessura da mesma 0,021 $\times$ D
vella de uma machina de rapor cajo cylindro tem t
Tubos de conducção e descarga
2,5 atmospheras on 2,582 por centimetro quadrado?
Diametro, do tubo de descarga da con-
densação $3.05 \times (n)^{\frac{1}{2}}$
Area de passagem da valvula de
inducção da bomba de ar em
centimetros quadrados $11.6 \times (n) + 5.16$
Area do tubo de injecção na contouillem V12 no
mesma unidade $0,445 \times (n) + 18,13$
Diametro do tubo de ali-
mentação $(0,26 \times (n) + 19,35)^{\frac{1}{2}}$
Diametro do tubo de saí-monolad ob otromorquios olog
da do vapor $(2,419 \times (n) + 108,871)^{\frac{1}{2}}$

Os expoentes  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{2}{3}$ , empregados n'estas formulas, indicam que as quantidades que elles affectam se devem elevar á potencia designada pelo numerador, e extrahir a raiz que o dominador indicar.

Assim, por exemplo, a fracção  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{3}$ , quer dizer que tem de extrahir-se a raiz quadrada ou a cubica, e a fracção  $\frac{2}{3}$ , que o numero tem de ser elevado ao quadrado para depois se lhe extrahir a raiz cubica.

Botão da manivella. — Supposto poder deduzirse das dimensões do olho da manivella as do botão, apresentâmos comtudo a seguinte regra, baseada no esforço a que elle tem de resistir. O seu diametro obtem-se:



Multiplicando pelo numero 3 a raiz cubica da pressão total de vapor sobre o embolo em quintaes metricos.

Exemplo. — Pede-se o diametro do botão de manivella de uma machina de vapor cujo cylindro tem 1 metro de diametro, sendo a pressão absoluta do vapor 2,5 atmospheras ou 2<sup>k</sup>,582 por centimetro quadrado?

Superficie do embolo 7854 centimetros quadrados e  $7854 \times 2,582 = 20279$  kilogrammas ou 202,79

quintaes metricos.

Diametro —  $D=3 \times \sqrt[3]{202,79} = 17$  centimetros. O comprimento do moente será 1,25, o diametro ou 217 millimetros.

Achar o seno verso do arco descripto pelo extremo de um balanceiro.

Divida-se o quadrado da metade do passeio do embolo pelo comprimento do balanceiro, de centro a centro, o quociente será o seno verso.

Exemplo. — Pede-se o seno verso do arco descripto pelo balanceiro de uma machina de vapor, cujo comprimento de centro a centro é de 6 metros, sendo o passeio do embolo ou corda do arco descripto pelo balanceiro 2 metros?

eup texib tem Temos 
$$\frac{(2)^2}{2}$$
:  $6 = 0^{m}$ ,  $333$  for this A

O centro do cylindro de uma machina de balanceiro deve achar-se sempre a meio do seno verso do arco descripto pelo centro do munhão do balanceiro que lhe corresponde.

Quando o balanceiro não tem o seu centro de oscillação a meio do seu comprimento, ou o tem no extremo opposto ao cylindro, como nas machinas de balan-



ceiro livre de Evans, o comprimento que deve tomar-se para o calculo, deve ser o dobro da distancia entre o centro de oscillação e o centro da articulação, do lado d'onde queremos saber o seno verso.

Espessura de metal dos cylindros de vapor.— Treedgold apresenta a seguinte regra: multiplique-se o quadruplo da força elastica do vapor em kilogrammas sobre um centimetro circular (veja-se tabella pag. 92), pelo diametro em centimetros, e divida-se o producto por 420, depois multiplique-se o resultado pelo diametro, e divida-se pelo diametro menos 5,5, juntando finalmente ao quociente 1 centimetro.

Exemplo. — Que espessura se deverá dar ao cylindro de ferro fundido de uma machina de vapor, tendo 0<sup>m</sup>,90 de diametro interior, sendo a pressão 2<sup>k</sup>,323 por centimetro quadrado ou 1<sup>k</sup>,824 por centimetro circular (tabella, pag. 92).

Temos 1.° 
$$\frac{4 \times 4^{1},824 \times 90}{420} = 1,563$$

e  $1,66 + 1^{\text{cent}} = 2,65$  ou 26,5 millimetros de espessura.

Valvula de séde dupla ou de equilibrio. — A valvula de séde dupla (double beat valve) é feita com o fim de tapar um grande orificio, empregando um pequeno esforço para a fazer funccionar.

Consiste em duas valvulas de diametros differentes e séde conica ou recta, nascidas da mesma haste que passa pelo seu centro, deixando porém uma certa



distancia entre uma e outra. Em algumas, uma espepecie de caixa cylindrica cheia de rasgos ou aberturas ao alto, forma em um e outro extremo as sédes que assentam sobre as valvulas, e as vedam; n'outras, esta caixa não existe, e as valvulas movem-se por meio da haste commum como de ordinario. Quando pois esta caixa cylindrica, ou as valvulas, assentam sobre as sédes, a passagem do vapor pelo espaço annular achase interceptada; quando porém um pouco levantadas, acha-se aberta. Estas valvulas costumam empregar-se nos tubos conductores de vapor.

Se suppozermos que o vapor vem da caldeira e se apresenta na caixa da valvula quando ella está fechada, é claro que elle a circulará, sem passar para o tubo; porém, apenas a abrirmos um pouco, o vapor entrará por todas as aberturas, e passará ao tubo pelos dois orificios annulares deixados abertos.

Esta construcção dá logar a que um pequeno movimento vertical da haste das valvulas, apresente uma larga abertura de passagem para o vapor, e que o esforço empregado para abril-a, seja muito pequeno em proporção ao que seria preciso fazer para abrir uma valvula do systema ordinario da mesma grandeza.

A força necessaria para mover uma valvula de séde dupla, está na rasão da differença das superficies das duas areas annulares deixadas abertas por ella.

Supponhamos, por exemplo, que nos era dada uma valvula ordinaria de 0<sup>m</sup>,25 de diametro, sujeita a uma pressão de vapor de 4<sup>k</sup>,80 por centimetro quadrado. Qual seria a força necessaria para a mover?

Temos  $(25)^2 \times 0.7854 \times 1^k.80 = 883$  kilogrammas.



A altura a que seria preciso levantal-a para offerecer uma passagem ao vapor equivalente á sua area seria:

 $\frac{(25)^2 \times 0.7854}{3.1446 \times 25} = \frac{491}{78.5} = 6^{\text{cent}}, 25$ 

ou 62,5 millimetros, quarta parte do diametro da valvula.

Vejamos agora, substituindo esta valvula por outra de séde dupla, tendo a séde superior 0<sup>m</sup>,25 de diametro, e a inferior 0<sup>m</sup>,20, que esforço será preciso empregar, e qual a quantidade de abertura necessaria para dar passagem conveniente ao vapor?

Areas respectivas de la senso esta sino-manazoro e esta sino-manazoro e

$$A = (25)^2 \times 0.7854 = 491^{\text{cent}^2}$$
  
 $A' = (20)^2 \times 0.7854 = 314$ 

e 491 — 314 = 177 differença em centimetros quadrados.

Logo = 177 × 1<sup>k</sup>,80 = 318 kilogrammas, esforço necessario para levantar a valvula, isto é, quasi a terça parte do preciso para levantar a valvula ordinaria.

A altura a que é preciso levantal-a para dar completa passagem ao vapor é apenas de metade da outra, porque, quando aberta, apresenta duas passagens para o vapor, uma superior, e outra inferiormente. Assim, pois, o trabalho despendido para fazer trabalhar uma valvula de séde dupla ou equilibrada, é n'este caso a sexta parte do que se requeria para a valvula ordinaria.

A regra para se achar o esforço que actua sobre uma valvula d'este systema, é a seguinte:

Multiplique-se a somma dos dois diametros pela sua differença, e por 0,7854, e o producto pela pressão do vapor.



Assim, no exemplo antecedente, teriamos:

$$(25+20) \times (25-20) \times 0.7854 = 176.7$$
  
e  $176.7 \times 1.8 = 318$  kilogrammas

## MACHINAS DE ALTA E BAIXA PRESSÃO OU MIXTAS

Sendo o typo mais simples d'estas machinas o de dois cylindros, a pratica tem mostrado que, quando o comprimento do passeio dos embolos nos dois cylindros é o mesmo, é necessario que o grande cylindro seja proximamente tres vezes maior em area do que o pequeno. Esta proporção é completamente satisfactoria quando o vapor empregado é na pressão de 45 a 50 libras acima da pressão atmospherica (3 a 3,5 atmospheras), fazendo a expansão ou fechando a entrada do vapor no pequeno cylindro quando o embolo tem percorrido um terço do seu passeio.

Quando o vapor que se emprega é n'uma pressão inferior e a expansão tem logar no mesmo ponto, isto é, a um terço, a proporção relativa entre os dois cylindros precisa ser muito proxima uma da outra, e o inverso quando se emprega vapor com mais alta pressão. Assim, pois, o trabalho desenvolvido pelo vapor em um cylindro deve ser igual, ou muito proximo do mesmo trabalho no outro.

Para se obter o maximo da economia em qualquer classe de machinas de expansão e condensação, a pressão do vapor e o ponto em que a expansão devercomeçar, precisa ser regulado de modo que a pressão do vapor, quando passa ao condensador no fim do passeio,



não exceda 5 libras ou um terço de atmosphera acima do vacuo perfeito. Com vapor a 45 libras ou 3 atmospheras acima da pressão atmospherica, o que equivale a 60 libras ou 4 atmospheras acima do vacuo perfeito, e uma pressão final de 5 libras ou  $\frac{1}{3}$  de atmosphera, deveremos contar com uma expansão total de 12 vezes, por isso que a pressão final á saída do vapor do grande cylindro é 12 vezes menor do que a que o vapor tinha na occasião em que a sua entrada foi fechada pela valvula distribuidora no pequeno cylindro, o que se exprime pela formula:

00 = R and 00 = R and 00 = R are sequentially 00 = R and 00 = R

Sendo P, pressão do vapor na occasião em que se lhe fechou a entrada, ou pressão inicial.

-nt, pressão final no fim do passeio.

R, raio da expansão, ou numero de vezes que o vapor augmentou de volume.

Ora, como a pressão do vapor, segundo a lei de Mariotte, varia inversamente ao espaço occupado, este por conseguinte occupa agora um espaço 12 vezes maior e por conseguinte a sua pressão será  $\frac{1}{12}$  da inicial, suppondo que não houve perda de calor durante a expansão.

Para bem apreciarmos o merito das machinas de alta e baixa pressão, vejamos primeiro quaes os resultados obtidos em uma machina de alta pressão com expansão e condensação; seja:

D, diametro do cylindro em pollegadas.

L, comprimento do passeio em pés.

N, numero de revoluções da manivella por minuto.

p, pressão media sobre o embolo durante o passeio.



Assim, para achar a força em cavallos, temos a seguinte formula:

 $\frac{D^2 imes 0.7854 imes 2 L imes N imes p}{33000}$ 

Porém  $D^2 > 0.7854$  — area do embolo, e 22 > N — á velocidade do mesmo embolo em pés por minuto. Sendo o primeiro producto — A, e o segundo — S, a formula será:

Let then checked for 
$$F=\frac{A\times S\times p}{33000}$$
 and the observation of the state of the

e suppondo que o cylindro tem 24 pollegadas de diametro, 4 pés de passeio, numero de revoluções = 50, pressão inicial = 60 libras (toda a pressão aqui indicada é tomada sobre o vacuo perfeito), ponto ou grau de expansão  $\frac{1}{12}$  do passeio do embolo, isto é, a entrada do vapor para o cylindro é-lhe fechada quando o embolo tem percorrido 4 pollegadas.

Temos pois:

D=24 pollegadas, qav ob ošezeng a omov isi0

L=8 pés. o opeque an enteramente L=8 pés. o opeque L=8

 $N\!=\!50$  revoluções, mu saoya aqueso etaluzezade

P=60 libras. The officer of the state of

$$p = P \frac{1+H}{R} = 17,32$$
. sbring even of range bring the sequence and the sequence of the se

H, logarithmo hyperbolico F, força em cavallos-vapor

$$F = \frac{452.4 \times 400 \times 47.32}{33000} = 95.$$

Para distribuir esta força entre os dois cylindros de uma machina de alta e baixa pressão, torna-se necessario que os mesmos cylindros sejam proporcionados de



modo que cada um d'elles produza um trabalho proximamente igual ao outro, e que o esforço produzido pelo vapor á sua entrada no começo do passeio do embolo em cada um seja o mesmo.

Para conseguir este resultado satisfactoriamente e com sufficiente approximação na pratica, é necessario que a area do cylindro de baixa pressão seja maior que o de alta pressão na proporção do raio de expansão que o vapor tem no pequeno cylindro, isto é, seja:

a, area do embolo do cylindro de alta pressão.r, raio de expansão do vapor n'este cylindro.

A, area do embolo do cylindro de baixa pressão.

$$A = a \times r$$
.

De modo que, se for:

P, pressão inicial do vapor no pequeno cylindro ou de alta pressão.

P', pressão inicial no cylindro de baixa pressão.

A, area do grande embolo, multiplicada por P, será igual á area do pequeno embolo multiplicada por P ou

$$P'\times A=P\times a.$$

Porém, como o raio de expansão é o mesmo nos dois cylindros, e o raio de expansão total é igual á pressão inicial no cylindro pequeno, dividido pela pressão do vapor no fim do passeio do embolo do grande cylindro, teremos  $\sqrt{\frac{P}{t}}$  — ao raio de expansão em cada cylindro, e como temos P = 60 libras, e t = 5 libras, o resultado será pois  $\sqrt{\frac{60}{5}} = 3,46 =$ á differença da area dos dois embolos, e tambem ao raio de expansão em cada cylindro e por conseguinte — r.



Pela natureza da construcção das machinas de alta e baixa pressão; a area aberta para o trabalho do vapor pelo movimento do embolo do grande cylindro decresce constantemente de uma parte proporcional  $\frac{A}{a\,r}=1$ , pelo avançamento da area do pequeno embolo. Assim, pois, o espaço actualmente occupado pelo vapor expandido é =A-1, d'onde deduzimos a formula para obter a pressão media no grande cylindro de uma machina de alta e baixa pressão, que será:

orbidity stee 
$$p'=P'$$
  $\frac{R}{R-1}$  singularly other in observe  $p'=P'$  and  $p'=P'$  singularly observe  $p'=P'$ 

A seguinte tabella foi feita em conformidade com

esta regra:

A primeira columna, *P*, mostra a pressão inicial do vapor sobre o vacuo perfeito á sua entrada no pequeno cylindro.

A segunda,  $R = \sqrt{\frac{P}{t}}$ , mostra as areas relativas dos dois cylindos e tambem o numero de expansões no cylindro de alta pressão.

A terceira, P', a pressão final do vapor no cylindro de alta pressão, e por conseguinte a pressão no começo do passeio do cylindro de baixa pressão.

À quarta, H, contém os logarithmos hyperbolicos

cucial no extendro pequenos dividido pela pre

de R.

A quinta, S, dá a pressão media durante o passeio do embolo, em uma machina de um só cylindro para os differentes valores de R e  $P = \frac{1+H}{R}$ .

A sexta, p', dá a pressão media durante o passeio do embolo do grande cylindro de uma machina mixta,  $p' = P' \frac{H}{B-4}$ .



E a ultima, p, dá a pressão media durante o passio do embolo do cylindro de alta pressão  $= P \frac{R}{1+H} - P' \frac{H}{R-1}$ .

Tabella das areas relativas dos dois cylindros de uma machina mixta com a pressão media em cada cylindro

P	R	P'	Н	s s - 10	j s <mark>p</mark> r	P P
30	2,449	12,25	0,896	23,23	7,52	15,71
35	2,645	13,22	0,972	26,10	7,83	18,27
40	2,828	14,14	1,040	28,85	8,04	20,81
45	3,000	15,00	1,098	31,47	8,22	23,25
50	3,162	15,86	1,150	34,00	8,40	25,60
55	3,316	16,58	1,197	36,44	8,58	27,86
60	3,464	17,32	1,242	38,83	8,74	30,09
65	3,605	18,02	1,281	41,13	8,85	32,28
70	3,741	18,70	1,319	43,39	0089,08	34,31
75	3,872	19,36	1,353	45,57	9,11	36,46
80	4,000	20,00	1,386	47,72	9,24	38,48
85	4,123	20,61	1,415	49,78	9,34	40,44
90	4,242	21,21	1,444	51,85	9,44	42,41
95	4,358	21,80	1,470	53,84	9,56	44,28
100	4,472	22,36	1,497	55,84	9,64	46,20
105	4,582	22,91	1,521	57,77	9,73	48,04
110	4,690	23,45	1,545	59,69	9,82	49,87
115	4,795	23,98	1,567	61,57	9,89	51,68
120	8,898	24,45	1,589	63,43	9,96	53,47
125	5,000	25,00	1,609	65,32	10,05	55,27
130	5,099	25,50	1,629	67,02	10,13	56,89
135	5,196	26,00	1,647	68,77	10,21	58,66
140	5,291	26,46	1,665	70,51	10,26	60,25
145	5,385	26,93	1,683	72,25	10,32	61,93
150	5,477	27,38	1,700	73,95	10,38	63,57



Agora, como a força a obter dos dois cylindros é a mesma, a força requerida total será:

$$A = \frac{95}{2} = 47.5$$
 cavallos

e como.....
$$\sqrt{\frac{60}{5}}$$
 == 3,464

e . . . . . . 
$$t \times 3,464 = 17,32 = P'$$
,

d'esta formula ter-se-ha:

$$p' = 17,32 \frac{H}{R-1} = 8,74 \text{ libras}$$

de pressão media por pollegada quadrada sobre o embolo.

Assim poderemos agora estabelecer qual a area do embolo que nos deve dar esta força

$$\frac{47,5 \times 33000}{400 \times 8,74}$$
 — 450 pollegadas quadradas

a que corresponde um diametro de 24 pollegadas, e a area dos dois embolos, sendo entre si como 1:3,464, teremos que a area do pequeno embolo será igual a 130 pollegadas quadradas ou 13 de diametro.

À vista do que fica exposto, vê-se que para uma machina de alta e baixa pressão exercer a mesma força de outra de alta pressão e condensação com um só cylindro, empregando o vapor no mesmo grau de expansão, o grande cylindro da primeira precisa ser de igual diametro do da outra, e sendo este o caso, ha quasi rasão em dizer: se nós podemos obter a mesma força empregando a mesma quantidade de vapor com o mesmo grau de expansão em um só cylindro, para que empregare-

mos dois, como acontece nas machinas de alta e baixa pressão? Mas, considerando que a força obtida deriva do calorico do vapor passando da caldeira para o cylindro, e que o trabalho economico de uma machina depende em grande parte da maior quantidade de calorico que póde ser transformado em força, é sobre este ponto que as machinas de alta e baixa pressão têem vantagem sobre as outras classes de machinas.

Comparemos pois duas machinas debaixo d'este pon-

to de vista.

O vapor entrando em uma machina de um só cylindro com a pressão de 60 libras por pollegada quadrada, a sua temperatura será de 295,6° F; depois de ter completado o seu trabalho, sendo expandido 12 vezes, a sua pressão será de 5 libras, e 161,4°, temperatura a que se acha resfriado o cylindro, de modo que o novo vapor que entra para fazer percorrer ao embolo o seu passeio, só póde tornar effectiva a sua pressão á temperatura correspondente, e como perde parte d'esta no aquecimento do cylindro, é claro que o calorico perdido será substituido pelo que lhe fornecer o novo vapor vindo da caldeira.

Agora, a pressão do vapor no começo do passeio no cylindro de alta pressão na machina de dois cylindros é a mesma, 60 libras; porém, tendo em vista o pequeno grau de expansão que o vapor soffre n'este cylindro, pois termina o seu passeio com a pressão de 17,32 libras com uma temperatura de 220°, teremos pois que a differença entre as duas temperaturas ao começo e fim do passeio será de

FUNDACIÓN JUANELO TURBIANO ou 76 graus, emquanto que na machina de um só cylindro esta differença se eleva a

$$295.6 - 161.4^{\circ} = 135^{\circ}$$

isto é, a perda de calorico será de proximamente metade na machina de dois cylindros.

Uma grande parte da perda de calorico do vapor que entra no cylindro póde ser prevenida tendo um espaço ou camara em volta d'elle e da mesma fórma na tampa e fundo, sendo cheios com vapor vindo directamente da caldeira; porém esta camisa de vapor é muito mais effectiva nas machinas de dois cylindros pela seguinte rasão.

A experiencia tem demonstrado que a rapidez com a qual dois volumes de vapor de differente temperatura procuram igualar-se, está na rasão dos quadrados da differença das mesmas temperaturas, isto é:

Se misturarmos vapor a 200° com vapor a 100°, e vapor a 400°, com vapor a 100°, a differença de temperatura dos primeiros, estando na rasão de 2: 4 e o dos segundos 4: 1, teremos que

$$2^2 = 4 \cdot e \cdot 4^2 = 16$$

assim pois a rapidez do vapor no segundo exemplo para se igualar em temperatura será 4 vezes maior que a do primeiro, e como a variação de temperatura é muito maior na machina de um só cylindro do que na de dois, o calor da camara ou camisa de vapor deve passar com muito maior rapidez para substituir o que se perdeu pela condensação; o aproveitamento portanto do vapor será muito mais effectivo quando as tem-



peraturas não offereçam tamanhas differenças; é esta pois uma das grandes vantagens da machina de dois cylindros. The transfer and the state of the state of

Uma outra face pela qual a machina de dois cylindros se torna favoravel na comparação com a de um só, está na differença da pressão produzida pelo vapor na entrada ao principio de cada passeio do embolo, e por consequencia na quantidade de esforço ou fricção produzida sobre o botão de manivella e chumaceiras principaes da arvore, em relação ao trabalho total que a machina tem de desenvolver.

Se multiplicarmos a area do embolo na machina de um cylindro pela pressão inicial teremos:

 $452 \times 60 = 27120$  libras de pressão total

o que equivale a uma pancada do peso de 12 tonela-

das no principio do passeio.

Se da mesma fórma multiplicarmos as areas dos dois cylindros ou dos seus respectivos embolos na machina de alta e baixa pressão pela sua pressão inicial, teremos:  $131 \times 60 = 7860$  Leading the content.

cuja somma 15688 será a pressão no começo do passeio quando ambos os embolos se moverem simultaneamente, isto é, proximamente 7 toneladas ou pouco mais de metade do esforço de pereursão exercido na machina de um só cylindro. É facil pois de ver que as peças da machina soffrem um choque muito menor, e por conseguinte as dimensões d'estas peças podem ser



consideravelmente diminuidas e o movimento d'ellas será muito mais uniforme.

Valvula de distribuição ou valvula do divisor. — As dimensões e collocação d'esta valvula é objecto da maior importancia, pois deve por si só satisfazer ás seguintes condições:

- 1.ª Abrir o orificio de introducção do vapor para o cylindro um pouco antes do embolo terminar o seu passeio, dando logar a que o vapor adquira pressão sufficiente para o fazer mover em sentido contrario, e obstar a que haja choque no fim do mesmo passeio, fazendo com que o embolo termine o seu movimento docemente de encontro a uma almofada elastica de vapor.
- 2.ª Abrir do mesmo modo um pouco antes do embolo ter terminado o seu passeio, a passagem do vapor para o condensador, com o fim de que o vacuo se estabeleça com rapidez dentro do cylindro do lado opposto áquelle em que o vapor funcciona.

A maneira de obter este resultado é collocar o excentrico que manda a valvula um pouco em avanço com a manivella, operação a que se dá o nome de avanço da valvula.

A maior ou menor abertura dos orificios para a admissão ou saída do vapor no fim do passeio do embolo, varía com o systema de machina e com a sua velocidade. Em outro logar tratâmos d'este objecto.

3.ª Fechar a entrada do vapor para o cylindro, cobrindo os orificios de introducção aos tres quartos pelo menos do passeio do embolo.

Se a valvula distribuidora tivesse unicamente por fim admittir ou fechar o vapor no momento em que o embolo completa o seu passeio, a face da valvula de-



veria ter uma largura igual á altura do orificio, que tinha de ser tapado, mas como a entrada do vapor tem de ser fechada um pouco antes d'estes pontos, torna-se por isso necessario que as faces da valvula sejam mais largas do lado da admissão do vapor. A este excesso de largura na aba ou face da valvula dá-se o nome de cobertura.

Ao córte de vapor feito pela valvula, fechando a admissão para dentro do cylindro antes do embolo ter completado o seu passeio, chama-se a expansão natural.

A primeira linha horisontal da seguinte tabella contém oito fracções, indicando os varios pontos do passeio do embolo, em que a entrada do vapor é fechada. A primeira columna vertical á esquerda contém os numeros que representam os differentes comprimentos do passeio da valvula distribuidora, desde 17 até 3 pollegadas.

Exemplo de applicação da tabella. — Supponhamos que queriamos fechar a entrada do vapor por meio da valvula distribuidora em qualquer dos pontos indicados na tabella, seja a  $\frac{1}{4}$  do passeio do embolo; procuremos este numero na linha superior da tabella, o passeio da valvula são 6 pollegadas; logo achando este numero na primeira columna á esquerda e percorrendo a linha horisontal até encontrar a columna de  $\frac{1}{4}$ , acharemos o numero 1,50 pollegada; cobertura precisa á valvula para cortar o vapor a um quarto do passeio do embolo, isto se a valvula não tem avanço, tendo-o (seja  $\frac{1}{4}$  de pollegada), subtrahe-se metade ou  $\frac{1}{8}$  — 0,125 da pollegada, de 1,50, e teremos por cobertura:

1,50 - 0,125 = 1,375 pollegada.



Tabella da cobertura da valvula distribuidora do lado do vapor para fechar-lhe a entrada nos pontos do passeio do embolo indicados

Passeio da valvula em pol- legadas	$\frac{1}{3}$	$\frac{7}{24}$	1/4	$\frac{5}{24}$	$\frac{1}{6}$	1/8	1/12	$\frac{1}{24}$
17	4,91	4,59	4,25	3,88	3,47	3,01	2,45	1,73
$16\frac{1}{2}$	4,77	4,45	4,12	3,76	3,36	2,92	2,38	1,68
16	4,62	4,32	4,00	3,65	3,26	2,83	2,31	1,63
$15\frac{1}{2}$	4,48	4,18	3,87	3,53	3,16	2,74	2,24	1,58
15	4,38	4,05	3,75	3,42	3,06	2,65	2,16	1,53
$14\frac{1}{2}$	4,19	3,91	3,62	3,31	2,96	2,57	2,09	1,48
14	4,05	3,78	3,50	3,19	2,86	2,48	2,02	1,43
$13\frac{1}{2}$	3,90	3,64	3,37	3,08	2,75	2,39	1,95	1,37
13	3,76	3,54	3,25	2,96	2,65	2,30	1,88	1,32
$12\frac{1}{2}$	3,61	3,37	3,12	2,85	2,55	2,21	1,80	1,27
12	3,47	3,24	3,00	2,74	2,45	2,12	1,73	1,22
$11\frac{1}{2}$	3,32	3,10	2,87	2,62	2,35	2,03	1,66	1,17
11	3,18	2,97	2,75	2,51	2,24	1,95	1,58	1,12
$10\frac{1}{2}$	3,03	2,83	2,62	2,39	2,14	1,86	1,51	1,07
10	2,89	2,70	2,50	2,28	2,04	1,77	1,44	1,02
$9\frac{1}{2}$	2,75	2,56	2,37	2,17	1,94	1,68	1,37	0,96
9	2,60	2,43	2,25	2,05	1,84	1,59	1,30	0,94
$8\frac{1}{2}$	2,46	2,29	2,12	1,94	1,73	1,50	1,23	0,86
8 . 1	2,31	2,16	2,00	1,82	1,63	1,42	1,15	0,84
1 2	2,16	2,02	1,87	1,71	1,53	1,33	1,08	0,76
7	2,02	1,89	14,75	1,60	1,43	1,24	1,01	0,71
$6\frac{1}{2}$	1,88	1,75	1,62	1,48	1,32	1,15	0,94	0,66
6	1,73	1,62	1,50	1,37	1,22	1,06	0,86	0,61
$5\frac{1}{2}$	1,58	1,48	1,37	1,25	1,12	0,97	0,79	0,56
5	1,44	1,35	1,25	1,14	1,02	0,88	0,72	0,51
4 = 2	1,30	1,21	1,12	1,03	0,92	0,80	0,65	0,46
4	1,16	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
$3\frac{1}{2}$	1,01	0,94	0,87	0,80	0,71	0,62	0,50	0,35
3	0,86	0,81	0,75	0,68	0,61	0,53	0;43	0,30



Para achar a maxima largura que o orificio de introducção deve ter para este passeio e cobertura da valvula, teremos de subtrahir de metade do passeio da valvula a quantidade de cobertura, menos metade do avanço.

N'este caso seria:

$$3-1{,}375=1{,}625$$
 ou  $4\frac{3}{4}$  pollegadas proximamente

Não é porem necessario que o orificio seja tão largo, porque, quando não ha inconveniente em que o passeio da valvula seja comprido, convem que a mesma valvula sobreponha um pouco, cobrindo o orificio.

Formulas apresentadas por mr. Molesworth para o avanço e cobertura da valvula distribuidora.—Seja:

W, largura de um orificio de introducção do vapor no cylindro em pollegadas inglezas.

L, cobertura da valvula em pollegadas.

l, avanço da mesma em pollegadas.

S, passeio do embolo tambem em pollegadas.

T, passeio da valvula.

 $\boldsymbol{X}$ , distancia caminhada pelo embolo antes de ser interceptada a entrada do vapor no cylindro.

Temos: 
$$X = S \left[ 1 - \left( \frac{2L+l}{T} \right)^2 \right]$$

$$L = \left( \frac{1}{2} T \sqrt{\frac{S-X}{S}} \right) - \frac{1}{2} l$$

$$T = 2 L + 2 W.$$



Para interceptar o vapor aos  $\frac{3}{4}$  do passeio

$$L\!=\!0.\!22~T$$

e...... 
$$l=0,07$$
  $T$ 

Appliquemos a formula a um exemplo.

1.º Supponhamos que possuimos uma machina em que as dimensões que conhecemos são as seguintes:

$$W=1.0$$
 pollegada
 $L=0.8$  »
 $l=0.2$  »
 $S=48.0$  »
 $T=2\times0.8+2\times1=3.6.$ 

Precisâmos saber com estes dados qual o valor de X; isto é, a distancia caminhada pelo embolo até que a entrada do vapor para dentro do cylindro foi interceptada pela valvula.

Temos: 
$$X = 48 \left[ 1 - \left( \frac{2 \times 0.8 + 0.2}{3.6} \right)^2 \right]$$
  
=  $48 \times (1 - 0.27) = 36$  pollegadas

isto é o vapor tinha sido cortado aos  $\frac{3}{4}$  do passeio do embolo.

2.º Com os mesmos dados do exemplo antecedente queremos cortar o vapor a 0,5 do passeio do embolo.

Pergunta-se qual será a cobertura que deveremos dar á valvula distribuidora?

Para este caso supponhamos

T=4.5 pollegadas.



Applicando a formula.
Temos:

$$L = \left(0.5 \times 4.5 \sqrt{\frac{48 - 24}{48}}\right) - 0.5 \times 0.2$$

$$L = \left(2.25 \sqrt{0.5}\right) - 0.1$$

$$= 2.25 \times 0.707 - 0.1 = 1.49$$

ou 1,5 pollegada de cobertura da valvula.

Se substituissemos este valor na outra formula viria,

$$X = 48 \left[ 1 - \left( \frac{2 \times 4.5 + 0.2}{4.5} \right)^2 \right] = 24 \text{ pollegadas}$$

distancia caminhada pelo embolo, e como 24 é metade de 48, segue-se que a entrada do vapor teria sido fechada a 0,5, ou metade do passeio.

## CONDENSADOR DE SUPERFICIE

Este condensador foi inventado por mr. Hall de Basingford, com o fim de evitar que as caldeiras de machinas maritimas fossem alimentadas com agua salgada, devendo voltar para a caldeira unicamente a agua produzida pela condensação do vapor. Este condensador, apesar das vantagens que offerecia, tinha graves inconvenientes, que fizeram com que muitos annos estivesse abandonado; hoje, porém, tornou-se por assim dizer uma necessidade a sua applicação, sobretudo com a



generalisação do emprego das machinas mixtas, ou de alta e baixa pressão, com o fim de evitar as incrustações das caldeiras devidas aos saes da agua do mar.

O principio, pois, do condensador de superficie é que, em logar de operar a condensação como no condensador ordinario, em que o vapor saíndo do cylindro se projecta n'aquelle vaso onde, encontrando um jacto de agua fria, se condensa; aqui, o vapor é compellido a passar por meio de uma infinidade de tubos de cobre de muito pequenas dimensões, collocados vertical ou horisontalmente em uma grande caixa de ferro denominada camara de condensação. A agua de injecção é admittida na parte inferior d'esta camara e obrigada a passar através dos tubos por meio da bomba chamada de circulação, saíndo pela parte superior para fóra do navio. O vapor, que se acha infinitamente dividido circulando os tubos, ou passando pelo interior d'elles, é portanto condensado pelo contacto da friagem da agua que lhe rouba o calor, ficando por esta rasão dentro da propria camara de condensação apenas agua distillada. A bomba de ar, que n'estes casos é muito mais pequena, encarrega-se de extrahir esta agua, a qual é tomada pela bomba de alimentação e mandada para a caldeira. Como porém o volume d'esta agua é inferior áquelle que foi transformado em vapor, por causa das perdas, uma torneira ou valvula especial fornece á bomba a quantidade que lhe falta em agua salgada, o que é até certo ponto muito conveniente para proteger a chapa da caldeira da acção galvanica, fazendo com que na superficie interna da chapa se estabeleça uma tenue camada de saes.



A unica attenção que estes condensadores requerem, é a de conservar os tubos limpos, para lhe não diminuir, a sua conductibilidade, deixando-os sujar com materias gordurosas, o contacto é cada vez mais difficil, e por consequencia o vacuo deficiente.

Em alguns condensadores o vapor passa pelo interior dos tubos, emquanto que a agua de condensação os circula exteriormente. O vacuo obtido n'estes apparelhos, quando os tubos estão limpos, não é inferior ao que se obtem nos condensadores ordinarios.

Superficie de condensação.—A superficie de condensação para uma machina qualquer é dada approximadamente pela seguinte regra de mr. Molesworth.

Multiplique-se a superficie de calorico total da caldeira em pés quadrados por 0,7, o producto será a superficie em pés quadrados, de resfriamento do condensador.

Os tubos deverão ser de cobre de  $\frac{5}{8}$  a 1 pollegada de diametro, variando o comprimento de 5 a 10 pés.

Vantagens do emprego do condensador de superficie:

1.ª Evitar os depositos de saes e incrustações na caldeira, por isso que a alimentação se faz com agua pura, não sendo necessario sangrar ou usar da escumação senão muito poucas vezes para limpar a agua de alguns saes ou impurezas;

2.ª Em consequencia de não haver incrustações, poderem empregar-se caldeiras de uma construcção mais resistente e apropriada a gerar vapor a alta pressão;

3.ª O uso da agua lodosa ou impura para a condensação não offerece inconveniente á machina ou caldeira;



- 4.ª A alimentação torna-se mais regular e não exige tantos cuidados;
- 5.ª O peso sobre a bomba de ar ser muito menor e em circumstancias de mau tempo não se tornar necessario diminuir a injecção;
- 6.ª Realisar uma economia de combustivel que póde variar de 10 a 20 por cento, em consequencia de não ser preciso sangrar ou escumar a caldeira a miudo, o que é de maxima importancia n'uma viagem longa;
- 7.ª Poder empregar-se vapor em uma pressão mais elevada, e por conseguinte aproveitar-se o trabalho produzido pelas grandes expansões, resultando também d'este facto uma grande economia de combustivel:
- 8.ª As caldeiras não precisarem ser limpas tão amiudadas vezes, e as chapas, achando-se livres de incrustações, transmittirem com mais facilidade o calorico á agua, o que tambem se traduz por uma economia em consumo de carvão.
- 9.ª Fazendo uso da expansão a meio passeio do embolo do cylindro, e empregando o vapor secco, a superficie de calorico da caldeira póde reduzir-se a metade, e a sua força póde tambem ser reduzida de uma quinta parte sem inconveniente ou perda para o seu resultado no fornecimento do vapor para produzir o mesmo numero de cavallos indicados da machina.

Inconvenientes do emprego do condensador de superficie:

- 1.º Augmentar o numero de apparelhos da machina com mais uma bomba para a circulação da agua de condensação;
- 2.º Ser mais volumoso e por conseguinte occupar maior espaço do que o condensador ordinario;



3.º Fornecer á caldeira agua completamente privada de ar por ter sido constantemente transformada em vapor e condensada. Esta agua, levando tambem em dissolução algumas particulas de cobre, julga-se que em certas condições se torna um poderoso agente galvanico, o qual contribue para oxydar o ferro e por conseguinte destruir a caldeira em pouco tempo;

4.º A immensa quantidade de tubos empregados tornar a construcção do condensador complicada, apresentando uma quantidade enorme de juntas, todas mais ou menos sujeitas a fugas. É por esta rasão, e pelo cuidado que deve haver em o conservar limpo, muito mais trabalhoso para o pessoal de bordo do que o conden-

sador ordinario.

5.º Elevar o preço de primeira installação da machina de mais 10 a 20 por cento e as suas reparações e entretenimento serem muito mais despendiosas;

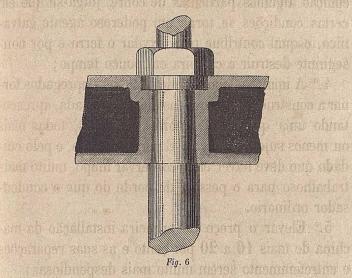
6.º Precisar de uma quantidade de agua muito maior para a condensação do vapor, do que o condensador ordinario.

Formulas de mr. William Allan.—No seu recente trabalho sobre machinas de alta e baixa pressão apresenta elle os seguintes calculos para a construcção das suas peças, tomando por typo uma machina de 100 cavallos nominaes de força, tendo o cylindro de alta pressão 27 pollegadas de diametro, e o de baixa pressão 50; sendo o passeio do embolo de 33 pollegadas, trabalhando com vapor a 80 libras de pressão, e dando n'estas condições, com 65 ou 66 rotações por minuto, em trabalho regular, 450 cavallos indicados de força.

Haste do embolo. — Todas as partes inferiormente ao embolo estão sujeitas a um esforço de tensão e



compressão alternadamente, porém a parte que veste o interior do embolo (cónico) é sómente actuado pelo esforço de tensão, é por conseguinte esta parte que



teremos de calcular, ou o diametro menor do cónico abaixo da rosca que veste dentro da porca por ser a parte mais fraca, teremos portanto,

Sendo D — diametro do cylindro em pollegadas d — diametro do cónico abaixo da rosca que veste na porca, idem p — pressão em libras sobre o embolo por pollegada quadrada

is broadled CE ob blodding ob objects 
$$a$$
 object the object  $a$  of  $a$  of  $a$  objects  $a$ 

Se n'estas circumstancias construirmos a haste como está indicada na fig. 6, dando uma inclinação ao cónico de <sup>3</sup>/<sub>4</sub> a 1 pollegada por pé, e se no maior dia-



metro houver um resalto de <sup>1</sup>/<sub>4</sub> de pollegada em volta, achar-se-ha que a dimensão que resulta para o diametro do corpo da haste do embolo dará uma secção sufficiente para resistir ao esforço de compressão que tende a curval-a.

Applicando a formula ao caso da machina typo de 450 cavallos indicados, sendo o diametro do cylindro de alta pressão 27 pollegadas e a pressão do vapor 80 libras,

Temos:

$$d=27rac{\sqrt{80}}{70}$$

Reduzindo vem:  $d = 27 \times \frac{9}{70}$  ou

 $d = 27 \times 0.128 = 3.5$  pollega-

das para o diametro menor do cónico da haste.

Estas machinas para conservarem verdadeira uniformidade, as hastes dos embolos dos cylindros de baixa e de alta pressão devem ter o mesmo diametro.

Embolo. — A altura ou espessura do embolo deve estar em relação com a velocidade, por conseguinte a altura da mola ou empacamento metallico não deve ser menor do que o fornecido pela seguinte formula:

$$A = \frac{\text{S}}{80 \text{ a } 85}$$

A — altura da mola.

S— velocidade do embolo.

Applicando-a á machina typo de 450 cavallos indicados, cuja velocidade regular do embolo é de 360 pés por minuto, teremos:

$$A = \frac{360}{80} = 4.5$$
 pollegadas



Tirante. — A area em pollegadas quadradas do extremo menor do tirante é dada pela seguinte formula

-Mus econs sum knot of data 
$$p$$
 hotand ab of the object of the tender of  $\overline{C}$  and the tender of the tender of  $\overline{C}$ 

P— pressão total transmittida pelo embolo do cylindro C— coefficiente correspondente ao comprimento do tirante dividido pelo diametro.

A seguinte tabella dá os valores de C para todos os casos que podem apparecer na pratica.

Raio	. C	Raio	(C)C	Raio	1x3)6 <b>G</b> /[*
10	3176	20	2348	30	1610
11	3400	21	2267	34	1578
12	3020	22	2189	32	1522
13	2938	23	2111	33	1469
14	2854	24	2038	34	1416
15	2769	25 00	1964	35	1368
16	2683	m 26 tot	1893	36	1320
17	2600	27	1825	37	1275
18	2511	28	1761	38	1230
19	2430	9 29	1697	39	1190

No caso da nossa machina typo de 450 cavallos indicados, o passeio do embolo sendo 33 pollegadas, o comprimento do tirante será de 66 pollegadas, minimo comprimento que se deve dar a um tirante (duas vezes o passeio do embolo).

O valor de P para esta machina ou a pressão total exercida no tirante será,

P—area do embolo × pressão do vapor × 1,033, augmento devido ao angulo do tirante em relação aos parallelos como indica o presente diagramma.

Sendo 1 = ao esforço na haste do emboló 1,033 = ao esforço no tirante 0,258 = ao esforço nos parallelos quando o tirante é duas vezes o comprimento do passeio do embolo,



temos:

$$P = 572.5 \times 80 \times 1.033 = 60914$$
 libras

Agora, sendo o raio ou a relação do comprimento ao diametro  $=\frac{P}{C}$  ou proximamente 13, acharemos na tabella C=2938, e portanto,

 $A = 60914 \div 2938 = 20,7$  pollegadas ou 5,1 pollegadas para diametro da parte mais delgada do tirante e  $66 \div 13 = 5$ .

Se tivessemos tomado um outro raio ou relação, por exemplo 16, então teriamos:

## C = 2638

e  $60914 \div 2638 = 22,7$  ou 5,39 pollegadas de diametro, mas n'este caso  $66 \div 16 = 4,1$ , o que deixava ver que esta proporção não era exacta pois havia grande differença entre 5,39 para 4,1.

Tendo achado o diametro menor, deverá dar-se ao tirante um augmento de  $\frac{1}{4}$  de pollegada por pé de com-

prido para o maior diametro.

O resultado d'esta formula garante um trabalho perfeitamente satisfactorio em relação ao esforço a que o tirante está submettido.

Cavilha da cabeça do tirante ou da cruzeta.—
O comprimento e diametro d'esta cavilha deve ser



proporcionado de modo que a pressão media exercida, sobre ella não exceda 600 libras por pollegada quadrada; uma pressão maior não permittirá que a lubrificação se faça convenientemente, e como a pressão é variavel durante o trabalho, torna-se recommendavel na pratica fazer o calculo sobre a pressão media do vapor sobre o embolo, que no nosso caso é de 45 libras, sendo a pressão inicial de 80 libras.

Logo, para a cavilha do nosso tirante, resistindo a uma carga de 600 libras por pollegada quadrada:

teremos:  $572,5 \times 45 = 2576,5$ 

e  $2576,5 \div 600 = 42$  pollegadas; ou 7 pollegadas de comprido por 6 de diametro, por isso que o comprimento do moente deve exceder o seu diametro de proximamente  $\frac{4}{4}$ .

Botão da manivella. — A pressão media sobre o botão da manivella não deve nunca exceder 300 libras por pollegada quadrada; uma maior pressão terá como consequencia o aquecimento, e será muito difficil o conservar o botão frio durante o trabalho, por consequencia aconselha a boa pratica que esta pressão seja tomada entre 250 a 300 libras.

Seja P—pressão total sobre o botão S—velocidade do embolo F—força indicada da machina.

Temos:  $P = \frac{F \times 33000}{S}$ 

Para a nossa machina de 450 cavallos indicados, temos approximadamente para cada cylindro F = 225 e  $225 \times 33000 = 7425000$ .



Sendo S = 360 pés por minuto,

temos:  $7425000 \div 360 = 20625$ 

e....  $20625 \div 250$  libras = 80 pollegadas.

Logo, o nosso botão de manivella deverá ter 9 pollegadas de diametro por 9 de comprido, porque

 $9 \times 9 = 81$  pollegadas.

Moentes da arvore principal ou das manivellas. — O comprimento d'estes moentes é ordinariamente  $1\frac{1}{4}$  a  $1\frac{3}{4}$  o comprimento do botão da manivella.

Para conservar os moentes e chumaceiras principaes em boas condições de trabalho, o limite do esforço exercido sobre ellas não deve exceder 100 libras por pollegada quadrada.

Tomando para o nosso caso a pressão media exer-

cida no cylindro de alta pressão, teremos:

Area do embolo . . . . .  $572^{\text{p}^2}$ ,  $5 \times 45^{\text{lib}} = 25762$ , 5

e 25762,5  $\div$  2 (moentes) = 12881

e 12881  $\div$  100 esforço maximo = 128 pollegadas, o que dá

 $9 \times 14.2 = 127.8$ 

Plainas da cruzeta. — As plainas da cruzeta que trabalham nas guias ou parallelos da machina preci-



sam ter uma superficie desenvolvida, e trabalhando a machina a toda a força, para que não tenham tendencia a aquecer, o esforço a que devem ser submettidas não deve exceder 60 a 70 libras por pollegada quadrada, e por essa rasão não devem ter uma area inferior á obtida pela seguinte formula:

$$A = 2 rac{R}{L} imes ext{cavallos indicados}$$

A =area da plaina  $= 0 \times 0$ 

R = raio da manivella minerators

L =comprimento do tirante.

Cavallos indicados, os que forem fornecidos pelo cylindro a que a plaina pertencer.

No caso da nossa machina de 450 cavallos indicados

Compado para o nosso caso a pressão media ex

Cavallos indicados de um cylindro... 225
Raio da manivella ................. 16,5 pollegadas
Comprimento do tirante ................. 66,0

 $A = 2 \times \frac{16.5}{66} \times 225 = 112.5$  pollegadas quadradas, o que corresponde a uma superficie de 14 pollegadas de comprido por 8 de largo

## . $14 \times 8 = 112$ .

Apparelho de deitar a andar. — Quadrante de duplo excentrico de Stephenson. Para os diversos apparelhos d'este systema, bastará indicar a carga ou esforço que não deve ser excedido, e por elle calcular a resistencia ou dimensão das peças.



Os esforços são os seguintes:

No olho da haste da valvula de distribuição 250 libras	her maller and
Botão do tirador do ex-	por poneg. quau.
centrico do movimen-	
to para vante 300 a 400	», i
Botão para o movimen-	
to para ré 450 a 600	Salar anima » man
Secção resistente do qua-	是一种 事物的
drante	Paragraphic Company of the Company o

A area dos moentes dos botões do quadrante é tomada multiplicando o comprimento pelo diametro. Quando a area tem de ser augmentada, deve sel-o no sentido do comprimento, sendo possivel, de preferencia ao diametro.

O esforço a vencer no movimento da valvula de distribuição e tiradores dos excentricos que lh'o transmittem, é deduzido da resistencia ao movimento da mesma valvula sobre a face plana ou divisor do cylindro. O valor maximo d'esta resistencia opera-se quando a valvula sobe, e póde calcular-se do seguinte modo.

Multiplique-se a somma da area do orificio, ou orificios de saída do vapor na valvula, com a de um dos orificios de admissão no cylindro, pela differença da pressão do vapor de admissão e saída, e o producto pelo coefficiente de fricção mais o peso da valvula e sua haste.

O coefficiente de fricção que costuma tomar-se para este caso  $\acute{e}=0.25$ .



A formula applicada pelos engenheiros para a resistencia ou trabalho absorvido pelo movimento da valvula é a seguinte:

$$A \times P - a \times p$$
, em que

A = area total coberta pela valvula

P = pressão do vapor nas costas da valvula

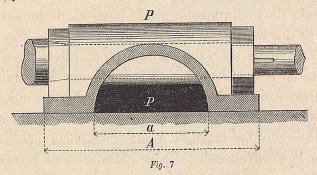
a = area total de saída do vapor

p == pressão do vapor á saída do cylindro.

Ou simplesmente,

$$a \times (P - p)$$

visto que um dos orificios de entrada do vapor está sempre coberto com a valvula.



Applicando pois esta formula á machina de 450 cavallos indicados, acharemos as seguintes dimensões, que se conformam com os esforços que ficaram indicados:

Orificio de saída	$17 \times 7$
1 dito de entrada	
	$\overline{17\times9}$

ou 153 pollegadas quadradas.



Sendo o coefficiente de fricção = 0,25 Pressão inicial do vapor = 80 libras Peso da valvula, haste e dado = 351 »

Teremos:  $(153^{p^2} \times 0.25^{c} \times 80^{lib}) + 351 = 3411$ 

libras, resistencia da valvula no seu movimento de subida vertical.

A area precisa para o quadrante, suppondo uma resistencia de 250 libras por pollegada quadrada, será

 $3411 \div 250 = 13,6$  pollegadas

ou sejam para as duas laminas 7 pollegadas de largo por 1 de grosso  $= 14 \times 1 = 14$ .

A area para o olho da haste da valvula ou botão que veste na mesma será:

 $3411 \div 250 = 13,6$  pollegadas

ou 5 pollegadas de diametro por 2,75 de comprido

 $5 \times 2,75 = 13,75$  pollegadas

A area dos botões do tirador do excentrico para o movimento para vante (esforço 400 libras) será

 $3411 \div 400 = 8,52$  pollegadas

ou para cada botão  $8,52 \div 2 = 4,25$ , isto é, 2 pollegadas de diametro, por 2 ditas de comprimento.

A area dos botões para o movimento para ré será

 $3411 \div 450 = 7.7$  pollegadas

ou proximamente 4 pollegadas para cada botão, o que dá tambem  $2 \times 2 = 4$ , comprimento igual ao diametro.



É da maior importancia na construcção do quadrante do movimento da valvula distribuidora, proporcionar as partes que têem movimento, de modo que o seu passeio seja o menor possivel.

Para este fim, a distancia entre o centro do botão do quadrante do movimento para vante e o do movimento para ré, não deve nunca ser inferior a tres vezes o passeio ou passo do excentrico, e os tirantes de suspensão devem ser tão compridos quanto possivel. Est. 1.ª fig. 8.

Tirantes de suspensão. — O esforço exercido nos tirantes de suspensão é dado pela seguinte formula

$$P == R\left(rac{d}{D} + 0.25
ight)$$

No qual P = esforço em libras.

R == resistencia que se oppõe ao movimento da valvula distribuidora na subida.

D = distancia entre os botões ou munhões do quadrante para o movimento para ré e para vante.

d =distancia entre os centros dos excenreg parageoxe ctricos do movimento para vante e ocvimento para vante (est. àr araqu libras) será-

Para a nossa machina typo de 450 cavallos indicados, as letras têem os seguintes valores:

R=3441 libras de classico, por 2 ditas de classico en R=3441

 $D\!=\!20$  pollegadas. om o sasg recited rob sers A

d = 5

d=5 Coefficiente de fricção =0,25.

Logo:  $P = 3441 \left( \frac{5}{20} + 0.25 \right) = 1705$  libras



Ou seja para cada tirante ou fuzil de suspensão do quadrante, sendo dois = 850 libras. Conhecido pois o esforço que estas peças têem de supportar, podem calcular-se as suas dimensões pelo processo empregado para o tirante principal.

Tiradores dos excentricos.— Conhecido o esforço necessario para mover a valvula distribuidora, a secção do extremo menor deve calcular-se do mesmo modo empregado para o tirante principal, fazendo uso da tabella de pag. 145.

Se a secção dos tiradores e dos fuzis de suspensão for rectangular, a menor dimensão da secção deverá tomar-se na proporção do diametro para o comprimento.

**Excentricos.** — A largura dos excentricos deve ser a menor possivel, com o fim de diminuir o trabalho absorvido pela fricção. A sua dimensão é dada pela seguinte formula:

 $L = \frac{R \times N}{400000 \text{ a } 425000}$ 

Sendo R — Esforço necessario para mover a valvula. N — numero de revoluções da machina por minuto.

Logo, para o nosso caso

temos:  $L = \frac{3411 \times 66}{100000} = 2,25$  pollegadas

Nas machinas de pequena força, o constructor póde com vantagem augmentar as dimensões dadas pelas formulas aqui apresentadas, porque em muitos casos ellas representam o minimo das dimensões a adoptar para um trabalho com verdadeira segurança.



Bomba de ar. — Seja C — a capacidade total em pollegadas de uma bomba de ar de simples effeito.

Logo: 
$$C = \frac{F}{N} \times 600 \text{ a } 700$$

F =força indicada.

N = numero de revoluções por minuto.

Por esta formula o diametro da bomba de ar para a nossa machina, tendo 16 pollegadas de passeio do embolo, será:

$$C = \frac{450}{66} \times 600 = 4092$$
 pollegadas

e  $\frac{4092}{16}$  = 255 area do embolo em pollegadas quadradas, a que corresponde um diametro de 18 pollegadas.

Se o passeio do embolo da bomba for igual ao do embolo do cylindro de vapor, então o seu diametro será

$$\frac{4080}{33}$$
 = 123 ou 12,5 pollegadas

Se a machina tiver duas bombas de ar com o mesmo passeio do embolo do cylindro de vapor, n'este caso a capacidade achada será dividida por 2 e obter-seha o diametro pelo mesmo processo.

Na pratica os constructores variam muito nas dimensões d'estas bombas, não sendo raro encontral-as com capacidade inferior á que se obtem com o divisor 600.

A capacidade d'estas bombas depende de tantas circumstancias, que póde dizer-se ser difficil determinal-as theoricamente. Comtudo a efficiencia de uma bomba



de ar será tanto maior quanto se tiver em vista as seguintes condições:

1.ª—As valvulas de ar em communicação com ella e com a de alimentação deverão conservar-se com a menor abertura possivel e fechal-as completamente quando não for necessario fazer uso d'ellas;

2.ª—Todas as juntas dos tubos, reservatorios, portas de valvulas, etc., pertencentes ás bombas de alimentação devem estar completamente vedadas;

3.ª—A secção do tubo de chupadouro da bomba de alimentação no reservatorio da condensação deverá estar sempre coberto de agua;

4. dos nas juntas;

5.ª—O espaço morto entre o embolo da bomba de ar e as valvulas de inducção e extracção deve ser o menor possivel;

6.ª—Não admittir pela valvula de ajuda no reservatorio da condensação, mais agua do mar do que a completamente indispensavel.

Deve evitar-se tanto quanto possivel que as bombas de alimentação introduzam ar dentro da caldeira, porque irá affectar o vacuo no condensador.

Bomba de circulação. — A capacidade total C em pollegadas cubicas d'esta bomba obtem-se pela seguinte formula:

$$C = \frac{F}{N} \times 300$$

As letras têem a mesma significação da formula anterior.

As bombas de circulação devem ser sempre providas de valvulas de ar de maior secção, porque ellas



contribuem para que o seu trabalho se faça docemente e sem choque. O diametro d'estas valvulas deverá ser  $\frac{1}{5}$  do diametro da bomba.

Haste da bomba de ar. — A formula que nos dá o diametro d'esta haste é o seguinte: quando não for nocessamo fazer éso d'ella

Fig. 26 and consider 
$$D = \sqrt[4]{\frac{L}{c}} \times \sqrt{l}$$
 as a short — A.S. and  $L$  and  $L$  are short and  $L$  a

As letras designam

D =diametro da haste

L =carga sobre a bomba

C =coefficiente igual a

3000000 para ferro forjado 1000000 para metal Muntz

l =comprimento da haste em pollegadas.

Exemplo. — Supponha-se a haste da bomba de ar metal Muntz, tendo de comprimento 84 pollegadas esendo o diametro da bomba 16 pollegadas. A carga sobre o embolo d'estas bombas é tomada sempre a 30 libras por pollegada quadrada, por conseguinte

area de 16 pollegadas = 200

e  $200 \times 30 = 6000$  libras, carga sobre o embolo da bomba.

Agora 
$$D = \sqrt[4]{\frac{6000}{1000000}} \times \sqrt{84} =$$
(a)  $\sqrt[4]{\frac{6}{1000}} \times 9$  approximadamente

<sup>(</sup>a) <sup>4</sup> quer dizer, extrahir a raiz quarta ao numero que estiver debaixo do radical, isto é, extrahir a raiz quadrada ao numero e en. seguida tornar a extrahir a raiz quadrada do resultado.



ou 
$$\frac{1.6}{5.6} \times 9 = 2.6$$
 pollegadas de diametro

Bomba de alimentação. — É costume, geralmente usado na pratica, dar a estas bombas o dobro da capacidade precisa para fornecer á caldeira uma quantidade de agua igual á transformada em vapor, de modo que uma machina tendo duas d'estas bombas, uma só d'ellas possa satisfazer dando a agua necessaria para a mesma alimentação.

A sua capacidade n'este caso é dada pela seguinte formula,

$$C = \frac{F}{R} \times 20$$
 a 25

F =força indicada

R— numero de revoluções da machina em um minuto.

Exemplo. — Sendo a força indicada 450 cavallos e o numero de revoluções 66.

Temos: 
$$C = \frac{450}{66} \times 25 = 171$$
 pollegadas cubicas.

Sendo o passeio 33 pollegadas, a secção do embolo será:

$$171 \div 33 = 5,18$$
 pollegadas quadradas

ou 2,6 pollegadas de diametro do embolo para cada bomba.

Conductor do vapor (tubo). — O diametro d'este tubo obtem-se pela seguinte formula:

$$d = D \frac{\sqrt{s}}{70 \text{ a } 80} \left\{ egin{array}{ll} \text{o divisor } 70 \text{ emprega-se quando o tubo} \\ \text{tem mais de } 42 \text{ pés de comprido.} \end{array} 
ight.$$



D == diametro do cylindro de alta pressão

S =velocidade do embolo

d = diametro do tubo conductor.

Exemplo. — Sendo o diametro do cylindro de alta pressão da nossa machina de 27 pollegadas, e a sua velocidade por minuto 360 pés, qual deverá ser o diametro do tubo conductor do vapor?

$$d = 27 \frac{\sqrt{360}}{80} = 27 \times \frac{19}{80} = 6.4$$

pollegadas ou 6,5 de diametro.

Tubos de injecção. — Sendo d o diametro do tubo.

Temos:

$$d = \sqrt{\frac{F}{43}}$$

Ou para a machina de 450 cavallos indicados

$$d = \sqrt{\frac{450}{43}} = \sqrt{34.6} = 5.9$$
 pollegadas.

Arvore das manivellas. — Para as machinas de alta e baixa pressão compostas de dois cylindros, o *Board of trade* apresenta a seguinte formula para o diametro d'estas arvores

$$D' = \sqrt[3]{\frac{(d^2 \times P) + (D^2 \times 45)}{f}} \times C$$

Sendo D' = diametro da arvore

d — diametro do cylindro de alta pressão

D = diametro do de baixa pressão

P — pressão do vapor na caldeira

C = raio da manivella em pollegadas

f = 2468 coefficiente quando o angulo das manivellas é de  $90^{\circ}$ .



Os melhores constructores costumam addicionar ao diametro obtido pela formula  $\frac{1}{2}$  pollegada e mesmo 1 pollegada a mais.

Exemplo. — Sejam:

d = 17 pollegadas

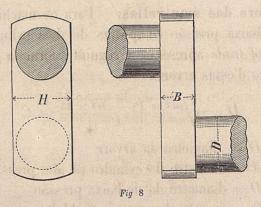
D = 50

P = 80 libras

C = 16,5 pollegadas.

Temos: 
$$D' = \sqrt[3]{\frac{(\overline{17^2 \times 80}) + (50^2 \times 45)}{2468}} \times 16.5$$
  
=  $\sqrt[3]{\frac{23120 + 37500}{2468}} \times 16.5$   
=  $\sqrt[3]{405,240} = 7.5$  pollegadas.

A arvore da nossa machina typo de 450 cavallos indicados, tem 9 pollegadas de diametro.



Manivella ou cambota.—A relação das dimensões da cambota com a arvore é a seguinte:

$$0.9 D^3 = B H^2$$



O que para o nosso caso dá

$$0.9 imes9$$
  $^{3}$   $=10$   $^{2}$   $imes6.5$ 

Parafusos das uniões. — A relação entre o diametro da arvore da machina e os parafusos das uniões é expressa pela seguinte formula:

$$\frac{1}{2}D^3 = Nd^2V$$
 as dif  $08 = 9$ 

Na qual

 $D = \text{diametro da arvore} + \frac{(98 \times 811)}{3} = \frac{1}{3}$ 

N — numero de parafusos

d =diametro dos parafusos

V = diametro do circulo da união onde vestem os parafusos.

Da formula anterior tira-se secon ab erovas A

indicados, tem 9 palloq e metro. 
$$d = \sqrt{\frac{\frac{1}{2}D^3}{\frac{1}{N}V}}$$

Exemplo. — Tendo a arvore 9 pollegadas de diametro, e sendo o numero de parafusos por cada união 5, o diametro do circulo da união 18 pollegadas; qual deverá ser o diametro dos parafusos?

Temos: 
$$d = \sqrt{\frac{\frac{1}{2} \times 9^3}{\frac{1}{5} \times 48}} = \sqrt{\frac{364}{90}} =$$

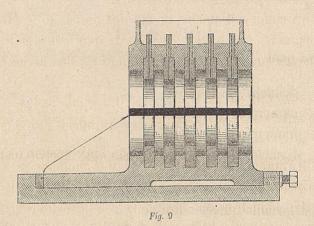
2 pollegadas de diametro.

Anneis de fricção da chumaceira de encosto.— Estes anneis costumam ser de bronze; o seu numero e



superficie de fricção deve ser calculado de modo que durante o movimento a materia lubrificante não seja expellida.

A chumaceira de encosto onde vestem os anneis deve assentar sobre uma soleira de ferro fundido com encontros á parte de vante e de ré, tendo parafusos n'esta



parte para permittir o poder graduar o encosto dos an-

neis quando gastos, á rosca da arvore. A superficie dos anneis em pollegadas quadradas é

A superficie dos anneis em pollegadas quadradas é obtida pela seguinte tormula:

$$0.6 \frac{F \times M}{P}$$

Na qual: F—força indicada em cavallos M— diametro medio de um annel em pollegadas P—passo do helice em pés

Exemplo. — Sendo a força indicada de 450 cavallos, o passo do helice 14 pés, e o diametro medio dos



anneis 10,25 pollegadas, qual deverá ser o numero de anneis que devemos empregar? (o diametro da arvore sendo 9 pollegadas)

Temos: 
$$0.6 \frac{450 \times 40.25}{44} = 198$$
 pollegadas.

Ora como o diametro medio dos anneis é de 10,25 pollegadas, e o menor de 9, será por conseguinte o diametro maior de 11,5, a differença das areas será

= 
$$103,86$$
 -  $63,61$  =  $40,25$  pollegadas  
e  $198^{p} \div 40^{p},25$  =  $5$  anneis

Chumaceiras do tunnel.— Estas chumaceiras costumam collocar-se á distancia umas das outras de 20 ou 24 diametros da arvore. O comprimento de cada chumaceira será obtido pela formula:

$$\frac{T \times R}{42 \text{ a } 45}$$

T — ao numero de toneladas de peso supportado por cada chumaceira.

R — numero de revoluções da arvore por minuto.

Bucha do cadaste. — As superficies de fricção n'esta bucha, no sitio onde trabalha a arvore do helice, devem exceder a superficie das chumaceiras do tunnel, por isso que não podem ser examinadas nem melhoradas senão com o navio em doca secca.

Á parte do tubo de vante em que apoia a arvore do helice deve dar-se-lhe o mesmo comprimento das chu-



maceiras do tunnel, alem do comprimento do bucin e caixa do estofo.

Para a parte de ré, que é formada pelas reguas de pau de peso ou gayac, o comprimento é dado pela formula antecedente, modificando o divisor:

assim:

$$\frac{T \times R}{6 \text{ a } 8}$$

T comprehende o peso do helice e da sua respectiva arvore.

Diametro dos cylindros de vapor. — Tendo tratado a pag. 128 da maneira de calcular os diametros dos cylindros para uma machina de alta e baixa pressão, julgâmos comtudo de interesse, pela sua simplicidade e mesmo facilidade de execução, apresentar as seguintes formulas empregadas para o mesmo fim.

Supponha-se que pretendemos construir uma machina de 450 cavallos indicados para dar um certo resultado, empregando vapor a 75 libras de pressão.

O que precisa fazer-se em primeiro logar é achar a pressão media do vapor referida a um certo grau de expansão, e applical-a a um unico cylindro, de modo a produzir o trabalho de 450 cavallos indicados. Para evitar este trabalho poderemos recorrer á seguinte tabella cuidadosamente feita, apresentando as pressões medias empregando vapor desde 65 libras a 100 na caldeira, ou desde 80 a 115 de pressão absoluta sobre o vacuo perfeito. É esta sempre a pressão de que se faz uso n'estes calculos.



Pressão absoluta do vapor	Raio de expansão	Relação do cylindro de baixa pressão ao de alta pressão	Fechada a en	Pressão media referida a a nuico cylindro	
Pressão	Pressi		Cylindro ae alta pressão	Cylindro de baixa pressão	Pressão referi um nuico
		pés			libras
80	8	3,18:1	0,48	0,43	20,1
85	8,5	3,30:1	0,47	0,42	20,4
90	9	3,42:1	0,45	0,40	20,7
95	9,5	3,54:1	0,44	0,37	21,0
100	10	3,66:1	0,43	0,36	21,3
105	10,5	3,78:1	0,43	0,36	21,6
110	11	3,90:1	0,42	0,34	21,9
115	11,5	4,02:1	0,42	0,34	22,2

Esta tabella está calculada para a entrada do vapor nos orificios do cylindro com uma velocidade de 42000 pés por minuto.

Agora, para podermos começar o nosso calculo, precisâmos estabelecer a velocidade do embolo do cylindro, que tomaremos em 360 pés por minuto.

Com estes dados, que diametros deveremos dar aos cylindros da nossa machina?

Como um cavallo-vapor é equivalente a 33000 libras elevadas a 1 pé de altura em um minuto,

Temos que:  $450 \times 33000$  libras deve ser igual á velocidade do embolo 360 pés  $\times$  pela area do cylindro de baixa pressão  $\times$  pela pressão media.

Agora fazendo uso da tabella achâmos que a uma pressão do vapor na caldeira de 75 libras corresponde a pressão absoluta de 90, n'este caso o raio de expansão é 9, e a pressão media 20,7 libras.



Logo temos:  $\frac{450 \times 33000}{360 \times 20,7} = 1993$ 

pollegadas quadradas, area do cylindro de baixa pressão.

Ora como a relação entre os cylindros é como 3,42:1

Logo:  $\frac{4993}{3,42} = 582$ 

pollegadas quadradas para area de cylindro de alta pressão.

Temos pois:

Cylindro de alta pressão — Area 582 pollegadas quadradas, ou 27,2 de diametro.

Cylindro de baixa pressão — Area 1993 pollegadas quadradas, ou 50,4 de diametro.

Tomemos agora para um outro exemplo uma machina, devendo dar 4500 cavallos indicados de força, com uma velocidade de embolo de 600 pés por minuto e uma pressão de vapor na caldeira de 90 libras.

Temos primeiro, que  $4500 \times 33000$  deve ser igual a  $600 \times pela$  area do cylindro de baixa pressão  $\times 21,6$  pressão media do vapor, segundo a tabella

e..... 
$$\frac{4500 \times 33000}{600 \times 21.6} = 11458$$

pollegadas quadradas, area do cylindro de baixa pressão.



A relação entre os dois cylindros sendo como 3,78: 1

Temos:  $\frac{11458}{3,78} = 3031$ 

pollegadas quadradas de area do cylindro de alta pressão.

D'este exemplo podemos tirar as seguintes conclusões.

Poderiamos construir uma machina de um só cylindro tendo 11458 pollegadas quadradas, de area. ou 120 pollegadas de diametro.

Ou tambem com dois cylindros, tendo cada um 85,4 pollegadas de diametro, combinados com um cylindro de 3031 pollegadas de area ou 62,1 pollegadas de diametro, ou com dois cylindros de 44 pollegadas de diametro cada um.

Isto é, a machina poderia ser construida

### Tendo 2 cylindros

Um de alta pressão de 62,1 pollegadas de diametro Um de baixã pressão de 120 » » »

#### Tendo 3 cylindros

Um de alta pressão de 62,1 pollegadas de diametro Dois de baixa pressão de 85,4 » »

#### Tendo 4 cylindros

Dois de alta pressão de 44 pollegadas de diametro Dois de baixa pressão de 85,4 ". "



Velocidade do embolo. — Determinar de antemão a velocidade do embolo é materia difficil, porque depende muitas vezes do espaço reservado e do typo de machina a empregar, e por conseguinte do comprimento do seu passeio.

Na pratica costuma dar-se á velocidade do embolo em pés por minuto uma relação de 10 : 1 em pollega-

das do passeio do mesmo embolo.

Nos exemplos apresentados os passeios do embolo são respectivamente 36 e 60 pollegadas, emquanto que as velocidades dos embolos eram 360 e 600 pés por minuto.



alical parties in the interest and the interest of the interes

# CALDEIRAS E CARVÃO

As caldeiras das machinas applicadas á navegação differem muito das caldeiras das machinas fixas applicadas á industria, não só na sua configuração, mas tambem e muito essencialmente porque nas primeiras, as fornalhas e conductos da chamma ficam todos no interior da caldeira, sendo circulados pela agua em todas as direcções como prevenção essencial contra o fogo, o que na maior parte das outras não succede.

As caldeiras empregadas nas machinas maritimas

são de tres especies.

Caldeiras de baixa pressão. — São as que fornecem vapor á pressão effectiva de 1 a 1 \(^1/\_2\) atmosphera, e têem geralmente as faces planas, affectando a fórma do navio nas amuradas.

Caldeiras de media pressão. — São as que fornecem vapor á pressão effectiva de 1 \(^1/\_2\) a 2 atmospheras, sendo como as anteriores geralmente de faces planas. Est. 2.\(^a\), fig. 7 e 8.

Caldeiras de alta pressão. — São as que fornecem vapor a pressões effectivas superiores a 2 ½ atmospheras, tendo então a fórma cylindrica ou oval e sendo construidas de chapa de ferro da melhor qua-



lidade, com cravações duplas e triplas nas costuras. São estas as que se empregam nas machinas de alta e baix a pressão, chegando algumas a fornecer vapor a  $5^{\ 1}/_{2}$  atmospheras de pressão e mais.

Qualquer dos typos de caldeiras especificados são multitubolares e de chamma reversa. Est. 2.ª, fig. 5 e 6.

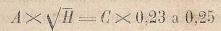
Em qualquer caldeira temos a considerar com especialidade as seguintes partes: capacidade para agua e vapor, superficie de calorico, superficie de grelha, area da chaminé, parte; multitubolar.

Superficie de calorico. — É toda a superficie da caldeira directamente banhada pela chamma. Esta superficie não deve ser inferior a 3,75 a 4 pés quadrados ou 35 a 37 decimetros quadrados por cavallo indicado; ou tambem 4,5 pés ou 41 decimetros, tomando em linha de conta a chapa dos tubos.

Camara do vapor. — É o espaço que fica superiormente ao nivel da agua na caldeira, o qual não deve ser inferior a 1,2 pés cubicos ou 34 decimetros cubicos, por cavallo indicado, dos quaes  $\frac{4}{7}$  a  $\frac{5}{7}$  serão fornecidos pelos capacetes ou dômos.

Superficie da grelha. — A area da grelha n'uma caldeira bem proporcionada, alimentada com boa qualidade de carvão deve ser de 0,12 a 0,14 de pé quadrado, ou 112 a 130 centimetros quadrados por cavallo indicado.

A area da secção da chaminé. — Não deve ser menor de 0,2 a 0,3 da area da grelha. A relação entre o comprimento ou altura e o diametro, póde obter-se pela seguinte formula:





C — cavallos indicados.

H — altura em pés contada da superficie da grelha.

A — area da secção em pés quadrados.

Tomando para exemplo uma machina de 450 cavallos indicados de força, teremos:

Superficie da grelha  $=450 \times 0.12 = 54\,$  pés quadrados, e por consequencia

A secção da chaminé será:

 $54 \times 0.3 = 16.2$  pés quadrados ou 4 pés 7 pollegadas de diametro

a altura será:  $=\left(\frac{450\times0.25}{16.2}\right)^2=\left(\frac{412}{16.2}\right)^2=6.9^2=47.6$  pés contados do nivel da superficie da grelha.

**Tubos.** — A proporção entre o comprimento e o diametro dos tubos é dada pela seguinte formula:

$$\frac{L}{D} = 4\sqrt{H} \times \frac{A}{a} = \frac{S}{S+s}$$

Sendo H — altura da chaminé

A — area da secção da chaminé

a — area dos tubos

S — superficie de calorico dos tubos

s — a restante superficie de calorico com exclusão das chapas dos tubos

L — comprimento dos tubos em pollegadas

D — diametro interno dos tubos.



Quando a area da chaminé A, é igual á area a, dos tubos como é o caso geral, e a superficie S de calorico dos tubos igual a 0.8 da superficie total s, ou S + s; acharemos para a nossa machina de 450 cavallos indicados:

$$\frac{L}{D} = 4 \times 6.9 \times 1 \times 0.8$$
 ou  $\frac{L}{D} = 27.6 \times 0.8 = 22$ 

proporção entre o comprimento e o diametro, isto é, se os tubos forem de 3 pollegadas de diametro, o seu comprimente será de 5 pés e 6 pollegadas.

Estas formulas foram deduzidas das experiencias de mrs. Peclet, Despretz e Dulong.

A seguinte tabella dá o diametro das caldeiras, espessura da chapa, passo e diametro dos arrebites para pressões do vapor de 70, 75 e 80 libras, sendo calculada segundo a formula empregada pelo *Board of Trade* de Inglaterra, para as caldeiras maritimas, comprehendendo a tolerancia para a furação feita á broca, e o factor de segurança igual a 5,3 para juntas de cravação dupla e 5,2 para triplice cravação.

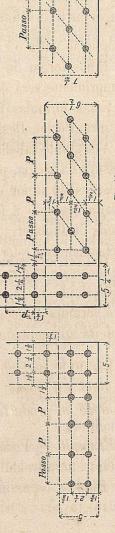
A formula é a seguinte para o diametro interno da caldeira augmentado de duas espessuras de chapa

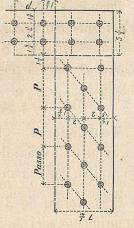
47000 × percentagem × duas espessuras da chapa, dividido por pressão effectiva × factor de segurança, juntando ao producto mais duas espessuras da chapa.

Exemplo. — Pede-se o diametro exterior de uma caldeira para trabalhar com vapor a-80 libras de pressão sendo a espessura da chapa <sup>3</sup>/<sub>4</sub> de pollegada, e as juntas cravadas a triplice ordem de arrebites.



	Cravação dupla Factor de segurança	Cravação dupla Factor de segurança, 5,3		Ü	Cravação tripla — Factor de segurança 5,2	.—Factor de	segurança 5	GŢ	
Designação	Pés Polleg.	Pés Polleg.	Pés Polleg.	Pes Polleg.	Pés Polleg.	Pés Polleg.	Pés Polleg.	Pés Polleg.	Pés Polleg.
Espessura da chapa	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16	1	$\frac{11}{16}$	11/8
Diametro dos arrebites	1	1	1	$1^{1/8}$	$1^{1/8}$	$4^{1/8}$	$1^{1/4}$	$1^{1/4}$	11/4
Passo dos furos dos arrebites	$3^{1/2}$	$31/_{4}$	4	41/2	4 1/2	4 1/4	4 7/8	1 5/8	41/2
Maior diametro externo para 70 libras $9, 6 \frac{1}{4}   10, 1 \frac{3}{4}   12, 2 \frac{3}{4}$	9, 61/4	10, 13/4	12,2 3/4	13,3	14,3	14,3 . 14,10	16,2	16,10	47,8
Maior diametro externo para 75 libras 8,10 3/4	8,10 3/4	9, 53/4 11,5	11,5	12,41/2	13,3 3/4 13,10 3/4 15,11/4 15, 8 3/4	13,10 3/4	$45,11/_4$	15, 83/4	16,53/4
Maior diametro externo para 80 libras 8, 4	8, 4	8,403/4	8,103/4 10,81/2	$11,71/_4$ $12,81/_4$ $13,01/_2$ $14,2$	12,81/4	$13, 01/_{2}$	14,2	14, 9	15,53/4
Percentagem	74,4	69,3	75	75	75	75	74,4	72, 9	72,2







Para este caso o coefficiente de segurança é 5,2 e a percentagem 0,75.

Temos  $D = \frac{47000 \times 0.75 \times 4.5}{80 \times 5.2} + 1.5 = 128.6$  pollegadas ou 10 pés 8  $^4/_2$  pollegadas conforme a tabella.

Ventiladores. — Para obter uma sufficiente entrada de ar com o fim de produzir a combustão completa do carvão, émpregam-se muitas vezes ventiladores cuja area póde ser calculada pela seguinte formula:

$$A = \frac{\text{cavallos indicados}}{150}$$

Se tratarmos de uma machina de 450 cavallos indicados, teremos

 $\frac{450}{450}$  = 3 pés quadraados

Area, que representa dois ventilladores de 16 pollegadas de diametro.

Caldeiras trabalhando em baixa e media pressão. — Para estas caldeiras podemos empregar as seguintes proporções:

Superficie da grelha — 0,25 a 0,35 de pé quadrado

por cavallo indicado.

Area da chaminé — 0,013 a 0,02 de pé quadrado. Area dos tubos — 0,024 a 0,025 de pé quadrado.

Superficie do esquentador — de 0,25 a 0,30 de pé quadrado.

Tubos — (geralmente) de  $2^{4}/_{2}$  a 3 pollegadas de diametro interno e de 5 a  $6^{4}/_{2}$  pés de comprido.

*Escoras* — proximamente  $4^{-4}/_{8}$  de pollegada de diametro.



Espaço para agua em volta das fornalhas — 5 a 6 pollegadas.

Altura das fornalhas — acima dos estrados, 2,5 pés.

Comprimento da fornalha — 5 até 7,5 pés.

Comprimento das barras de grelha — 2,5 a 3 pés.

Altura de uma barra de grelha — ao centro, 0.12 do comprimento, espessura nos extremos,  $\frac{3}{4}$  a 1 pollegada.

Minimo da altura da agua — 6 pollegadas sobre os conductos ou tubos.

Resistencia das caldeiras. — Sendo:

P— pressão por pollegada quadrada em libras

D—diametro da caldeira em pollegadas

T — grossura da chapa em pollegadas

Será:  $T = \frac{P \times D}{2 K}$ 

a designatur erre essa. Essantia orriba:	Cravação dupla	Cravação simples
K— para chapa Best Yorkshire	7800	6200
K—para Best Staffordshire	6200	5000
K—chapa ordinaria	3700	3000

Apparelhos de uma caldeira maritima. — Uma caldeira maritima, alem dos apparelhos regulamentares exigidos pela lei, tem mais alguns devidos á sua especialidade. Antes de os descrevermos, devemos estabelecer como principio geral, que todas as communicações do interior da caldeira, para o exterior, devem ser munidas de valvula ou torneira ligada á caldeira, de modo a interceptar a communicação. A maior parte, se não todos os apparelhos satisfazem a esta condição especial.



Torneira de descarga. — Est. 2.a, fig. 8 b. É sempre collocada no fundo ou proximo do fundo da caldeira, e serve para por meio d'ella despejar a caldeira e enchel-a bem como para a sangrar. A primeira d'estas operações só póde fazer-se quando a caldeira tenha pressão de vapor superior ao peso da columna de agua exteriormente ao navio; para a segunda, encher a caldeira, podem apresentar-se dois casos. Nos barcos de pouco calado de agua, muitas vezes o nivel exterior ao navio está mais baixo do que o nivel necessario na caldeira, e então é preciso acabar de a encher por meio da bomba de mão; nos grandes navios, o nivel da agua exteriormente, é superior ao nivel necessario na caldeira, e n'este caso, deve haver cuidado em fechar a torneira logo que este esteja convenientemente estabelecido, porque um descuido qualquer faria com que a caldeira se enchesse até ao tecto. Quando se faz esta operação, deve abrir-se uma das valvulas de segurança para dar livre saída ao ar existente dentro da caldeira.

A operação de sangrar tem por fim descarregar, por meio da pressão do vapor uma certa quantidade de agua do fundo da caldeira, ou seja para lhe restabelecer o nivel conveniente, ou para a limpar de uma porção do lodo e saes que se depositam no fundo. É costume haver sempre uma segunda torneira no tubo de descarga, chamada torneira de segurança, a qual fica ligada á valvula do fundo do navio, tendo por objecto substituir a de descarga, no caso em que o macho se pegue e se não possa fechar no momento opportuno.

Todas as communicações do interior para o exterior do navio abaixo da linha de agua são munidas de val-



vulas de configuração tronconica, abrindo de dentro para fóra, chamadas de Kingston, nome do seu auctor. Ligada a esta valvula ha ou deve haver, uma torneira de segurança em cada tubo que communica com ella.

Torneiras de prova.—Est. 2.ª, fig. 7, iii. São duas, ou mais geralmente tres, pequenas torneiras collocadas na frente da caldeira, em sitio bem visivel, servindo para indicarem o nivel da agua que existe dentro.

Quando são tres as torneiras empregadas, a mais inferior deve ser collocada a 5 centimetros acima do tecto da fornalha, conducto superior ou ultima fiada de tubos; a segunda ou do centro a 15 a 20 centimetros pelo menos acima do mesmo ponto, isto é, na linha do nivel da agua de regimen da caldeira; e a ultima ou superior, a igual distancia da do centro á inferior.

Estas torneiras devem conservar-se sempre desobstruidas, o que se consegue fazendo uso d'ellas uma vez por outra durante o funccionamento da caldeira, devendo n'este caso, a torneira superior quando aberta deixar sair vapor unicamente, a do centro agua e vapor, e a inferior unicamente agua. Se a torneira superior deita agua, é porque existe muita dentro da caldeira, então torna-se necessario sangrar, para trazer a agua ao nivel de regimen, devendo no entanto haver cuidado em examinar não seja este facto devido a fermentação, isto é, a agua estar envolvida com o vapor. Se a torneira inferior deita agua e vapor ou só vapor, isto denuncia um caso grave a que é preciso acudir, porque então a caldeira tem pouca agua. No primeiro caso, deve alimentar-se a caldeira abundantemente, no segundo póde não ser conveniente alimentar (ver causas das explosões das caldeiras).

Tubo de vidro de nivel de agua. — Est. 2.ª, fig. 7 e 8, h. É o outro apparelho regulamentar que tem por fim indicar a agua existente dentro da caldeira. Este tubo veste os extremos em duas caixas metallicas munidas de torneiras das quaes, a do extremo inferior deve communicar com o interior da caldeira na parte occupada pela agua, de modo que quando esta esteja a desapparecer do vidro haja ainda 5 centimetros de altura da agua acima do tecto da fornalha, conducto, ou ultima fiada de tubos, e a do outro extremo com o reservatorio do vapor, de modo que quando as torneiras estejam abertas, o nivel da agua existente na caldeira se apresente no vidro correspondendo ao meio da sua altura ou proximamente.

Muitas vezes estes dois apparelhos de nivel, torneiras de prova e tubo de vidro, acham-se reunidos em um pequeno cylindro ou tubo de metal collocado em frente da caldeira, e communicando com ella por meio de duas torneiras, uma collocada no reservatorio do vapor, e outra em communicação com a agua, em sitio que não seja influenciada pela ebullição. Por esta rasão, em muitas caldeiras e sobretudo nas que são sujeitas a fermentarem, estas torneiras costumam ter um tubo interiormente na caldeira, indo o da torneira inferior até proximo do fundo, e o da torneira superior até á parte mais alta do reservatorio do vapor.

Quando a caldeira funcciona, deve fazer-se uso constante dos dois apparelhos, porque um serve de contraprova ao outro, e o tubo de vidro póde dar indicações erradas, se por falta de cuidado se deixar obstruir o orificio de communicação de qualquer das torneiras com o interior da caldeira.



Valvula de segurança. — Est. 2.ª, fig. 7, n. É outro dos apparelhos regulamentares. Cada caldeira deve ter duas d'estas valvulas, cuja area será calculada de modo, que cada uma d'ellas estando aberta, de livre saída a todo o vapor formado no interior da caldeira na unidade de tempo, por mais activo que seja o fogo. Estas valvulas são sempre collocadas na parte mais alta do reservatorio de vapor. De todos os apparelhos de uma caldeira é este o mais importante, porque tem por fim o evitar os terriveis effeitos das explosões por excesso de pressão, supposto haver casos, ainda que muitos excepcionaes, em que elle não é efficaz.

Estas valvulas abrem de dentro para fóra, e são conservadas no seu logar equilibrando a pressão do vapor dentro da caldeira, por meio de pesos collocados directamente sobre ellas quando a pressão não excede a 2 atmospheras. Para pressões superiores, a valvula é carregada por meio de uma alavanca do segundo genero, cujo extremo póde ser actuado, ou directamente por meio de um peso, ou por meio de balança de mola, como o caso mais geral.

Estabelecida a pressão do vapor de regimen a que a caldeira deve funccionar, e calculados os braços da alavanca e os pesos que lhe devem fazer equilibrio, são aquelles e estes marcados de modo a não poder haver alteração, e é expressamente prohibido, chegando mesmo a constituir um crime, o alterar os braços da alavanca ou augmentar a carga sobre a valvula.

O regulamento francez apresenta a seguinte formula para o diametro das valvulas de segurança:

$$D = \sqrt{\frac{s}{n-0.412}} \times 2.6$$
 region and



D — diametro procurado em centimetros;

S — superficie de calorico da caldeira em metros quadrados;

n — pressão absoluta do vapor em atmospheras.

A seguinte tabella foi calculada segundo esta formula.

A formula para achar o peso que deve actuar sobre a valvula é a seguinte:

Se o peso actua directamente

$$P = (1,033 \times n \times S) - p$$

P—peso ou carga procurada;

n — pressão do vapor em atmospheras effectivas;

S—superficie da valvula em centimetros quadrados; p—peso da valvula.

Se o peso actua por meio de uma alavanca do 2.º genero.

 $P = \left(\frac{1,033 \times n \times S \times l}{l'}\right) - p$ 

p == peso da valvula, alavanca e mais accessorios, havendo-os.

 $l \in l'$  = braços de alayanca.

Se quizermos fazer o calculo em medida ingleza, teremos de multiplicar a pressão do vapor em libras pela superficie da valvula em pollegadas quadradas, e o producto pela rasão entre os braços da alavanca em pollegadas, descontando no resultado o peso da valvula e alavanca em libras. O peso resultante da operação será em libras inglezas.



# Tabella dos diametros de valvulas de segurança em centimetros

ie de ca- em me- adrados		Nume	ros indi	cando a	ten são	do vapo	or em at	mosphe	ras	
Superficie de ca- lorico em me- tros quadrados	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	cent.	cent.	cent.	cent.	pent.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.
1	2,493	2,063	1,799	1,616	1,479	1,372	1,286	1,214	1,152	1,100
2	3,525	2,918	2,544	2,286	2,092	1,941	1,818	1,716	1,630	1,555
3	4,317		1	THE PARTY OF THE P	ACCESS OF THE PARTY OF THE	The state of the s	122 May 110 Sept.	THE RESERVE OF THE PERSON NAMED IN	SACRES BETTER BETTER	1,905
4	4,985	A CONTRACTOR OF THE PARTY OF TH	The Manager State	CONTRACTOR OF THE PARTY OF THE	TO MAKE THE PARTY OF THE PARTY	Aller Sanda Con	THE CONTRACTOR OF THE PARTY OF	The second of the	10127211111003	2,200
5	5,574	4,613	4,023	3,614	3,308	3,069	2,875	2,714	2,578	2,459
6	6,106		4,407							
7	6,595	5,438	4,760	4,276	3,914	3,634	3,402	3,211	3,045	2,910
8	7,050		5,089	SSECTION OF STREET	STATE OF THE PARTY	Charles Strategy	10 20 mm 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	THE PERSON NAMED IN COLUMN	MANUAL PROPERTY.	Service Control of the
9	7,478	6,189	5,398	4,848	4,438	4,117	3,857	3,644	3,458	3,299
10	7,882	6,524	5,690	5,110	4,679	4,340	4,066	3,838	3,645	3,478
11	8,267		5,967	PARTY NAMED IN	CONTRACTOR OF THE PARTY OF THE	THE RESERVE	THE RESERVE AND ADDRESS.		STATE OF THE	State State State
12	8,637	7,147	6,233	5,598	5,425	4,754	4,454	4,204	3,993	3,840
13	8,987	7,439	6,487	5,827	5,334	4,949	4,636	4,376	4,156	3,965
14	9,325	THE RESERVE AND PROPERTY.	6,732	STREET, SHIELD CO.	THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO	A COUNTY OF THE DARWING	The Party of the Party of the		5.60 x 60 x 50 x 64 x 5 x 50 x	
15	9,654		6,998							
16	9,970	8,253	7,197	6,464	5,948	5,490	5,143	4,854	4,612	4,399
17	10,277	8,506	7,418	6,663	6,100	5,659	5,302	5,004	4,752	4,534
18	10,575	8,753	7,633	6,941	6,277	5,823	5,455	5,149	4,890	4,666
19	10,865	8,993	7,842	7,044	6,449	5,982	5,605	5,290	5,024	4,794
20	11,147	9,227	8,046	7,227	6,616	6,138	5,750	5,428	5,154	4,918
21	11,423	Control of the Contro	RESIDENCE CONTRACTOR	The state of the s	TO SHICKLY SHALLS	CONTRACTOR OF THE	Control of the		ELISABLE DAL MATERIA	THE STREET CHARGE
22	11,691	9,677	8,439	7,580	6,939	6,437	6,034	5,692	5,406	5,158
23	11,954	9,894	8,629	7,750	7,095	6,582	6,167	5,820	5,527	5,274
24	12,211	10,107	8,814	7,917	7,248	6,723	6,299	5,945	5,646	5,388
25	12,463	10,316	8,996	8,080	7,397	6,862	6,429	6,069	5,763	5,499
26	12,710	10,520	9,174	8,240	7,544	6,998	6,556	6,188	5,877	5,608
27	12,952	10,720	9,349	8,397	7,776	7,132	6,681	6,306	5,989	5,745
28	13,190	10,917	9,520	8,551	7,828	7,262	6,804	6,422	6,099	5,819
29	13,423	11,110	9,689	8,703	7,967	7,394	6,924	6,535	6,207	5,922
30	13,653	11,300	9,855	8,851	8,103	7,517	7,043	6,648	6,313	6,024



Se fizermos l'=D e  $l=D\times A$ , esta proporção dará 1 libra de pressão em pollegada quadrada de superficie da valvula, por cada libra de peso no extremo da alavanca. É esta a proporção de que se fez uso para o emprego das balanças de mola de Salter: D= diametro, A= arca da valvula.

O vedante da valvula convem que não exceda a 2 millimetros na largura.

Manometro de pressão.—Est. 2.ª, fig. 7, f.—Este instrumento regulamentar é um dos mais importantes da caldeira, devendo estar sempre collocado em logar bem visivel, por isso que marca constantemente as variações da pressão do vapor.

Quando ha mais de uma caldeira, cada uma deve ter o seu manometro independente, alem do que deve existir na casa da machina, communicando com o tubo conductor do vapor.

As valvulas de segurança devem sempre estar em harmonia com o manometro, de modo que quando este accuse a pressão de regimen, que não deve ser excecedida, as valvulas devem começar a alliviar e a deixarem saír o vapor. Se este facto se não der, será preciso examinar com rigor os apparelhos, porque forçosamente um d'elles não está de confiança.

Torneira ou valvula de escumação. — Est. 2.ª, fig. 7, l. — Esta torneira ou valvula é sempre collocada na frente ou lado da caldeira, conforme a construcção d'esta, é de faces planas, ou cylindrica.

O emprego d'esta valvula é muito importante nas caldeiras que se alimentam com agua salgada, porque permitte conservar n'ellas a agua em um estado de saturação que não lhe seja prejudicial pela formação de



grandes depositos de saes que, adherindo ás paredes da caldeira e tectos das fornalhas, contribuem não poucas vezes para que se queimem as chapas no sitio mais directamente sujeito á acção da chamma.

Os saes depositados sendo maus couductores do calorico, e achando-se interpostos entre a chapa e a agua, esta não póde, em virtude da falta de contacto, proteger aquella, que chega muitas vezes a ser elevada ao rubro, e tendo perdido n'este estado a maior parte da sua resistencia, curva-se e fende-se em consequencia da pressão interna do vapor. São pois devidas muitas vezes ao deposito d'estes saes as bolhas ou curvaturas que se notam nos tectos e paredes das fornalhas.

O nome d'este apparelho indica perseitamente o seu uso. A torneira ou valvula, liga-se no interior da caldeira com um tubo de cobre, terminando n'uma especie de bandeja ou largo funil, que deve ficar apenas alguns centimetros abaixo do nivel de agua de regimen.

É um facto conhecido que a agua na occasião de transformar-se em vapor se desliga dos saes que contém, os quaes sobrenadam na sua superficie, antes de se depositarem; comprehende-se pois, que estando a torneira ou valvula aberta, a corrente de agua arraste para a bandeja os saes que se conservam á sua superficie, projectando-os para fóra da caldeira através da torneira ou valvula, que communica por meio de um tubo com uma das valvulas do fundo ou amurada do navio.

É da maior importancia que a bandeja dentro da caldeira fique sempre um pouco abaixo do nivel da



agua de regimen, porque se fica mais alta tem o grave inconveniente de dar saída ao vapor, em logar da agua saturada de saes, ficando portanto estes dentro da caldeira.

Nas caldeiras trabalhando com agua doce, como nas das machinas de alta e baixa pressão, este apparelho não é de absoluta necessidade, comtudo nenhuma d'ellas deixa de o ter para prevenir o caso em que a machina tenha de funccionar com injecção directa: (Veja-se Areometro, pag. 93.)

Torneira ou valvula reguladora da alimentação. — Est. 2.º, fig. 7, m. — Este apparelho é quasi
sempre collocado em frente da caldeira, abrindo a valvula de dentro para fóra, mas de modo que a pressão
do vapor tende a conserval-a constantemente fechada,
evitando assim, que no caso de haver uma ruptura
no tubo de alimentação, o vapor e agua possam projectar-se para fóra da caldeira. Um parafuso collocado superiormente á valvula serve para graduar-lhe a
sua abertura e regular a quantidade de agua de alimentação, de fórma que esta seja tanto quanto possivel constante, e em relação á quantidade transformada
em vapor, e perdida pela escumação quando esta tem
logar.

Os apparelhos mais perfeitos d'este genero compõem-se de torneira e valvula na mesma peça, sendo o manipulo de macho invertido, isto é, ficando o maior diametro do macho para a parte superior, sendo este ôco para receber a valvula. Um tubo de cobre liga interiormente na caldeira com a valvula, desce até proximo do fundo, de modo a introduzir a agua de alimentação em sitio onde a agua esteja em quietação



e não seja influenciada pela agitação produzida pela ebullição. Na parte exterior da caldeira a valvula communica pelo respectivo tubo com a bomba de alimentação.

Valvula de passagem. — Est. 2.ª, fig. 7 e 8 K. — É geralmente collocada na frente da caldeira ou no capacete, cupula ou dômo, isto é, sempre na parte mais alta do reservatorio do vapor, com o fim de o receber menos carregado de agua. Esta valvula communica com o tubo conductor do vapor para a machina, e serve para lhe dar ou interceptar a passagem segundo se pretende pôr a machina em movimento ou parar.

No tubo conductor do vapor costuma haver outra valvula proximo da machina, a que se dá o nome de valvula de deitar a andar.

Quando a paragem da machina é momentanea, basta fechar esta valvula; se porém a paragem se prolonga deve fechar-se tambem a de passagem; o esquecimento d'esta prescripção póde trazer inconvenientes para a machina.

Quando se emprega mais de uma caldeira, cada uma tem a sua valvula, communicando com um tubo conductor commum. Deve haver todo o cuidado em não abrir estas valvulas, que põem em communicação todas as caldeiras, senão quando a pressão do vapor seja igual ou muito proxima em todas ellas.

Torneira de tiragem.—É uma pequena torneira collocada em qualquer ponto do reservatorio do vapor, tendo um tubo que vae entrar proximo do fundo da chaminé.

Serve esta torneira para dar passagem a uma pequena porção de vapor para a chaminé, com o fim de



activar a tiragem do ar, através das grelhas, e por este meio auxiliar a mais rapida producção do vapor. Quasi todas as caldeiras maritimas têem estas torneiras, que em muitos casos lhes são de grande vantagem.

Alem dos apparelhos indicados, ainda as caldeiras maritimas montam um certo numero de torneiras de passagem do vapor para differentes serviços; como a torneira para o apito de vapor, a do vapor para o burro, a do sebo, que serve para se poder injectar uma porção de sebo para o interior da caldeira por meio de uma pequena seringa, isto só nas caldeiras de baixa e media pressão, a torneira para o distillador, etc.

Valvula atmospherica. — Est. 2. , fig. 7, p, — Esta valvula, indispensavel para caldeiras de baixa e e media pressão, é sempre collocada no reservatorio do vapor, abre de fóra para dentro, não tendo tubo algum, e conservando-se fechada unicamente pelo seu proprio peso, ou pela pressão do vapor dentro da caldeira, quando esta funcciona. Quando porém a caldeira acaba de gerar vapor, e este não é necessario, porque a machina parou por tempo sufficiente para que o vapor existente se condense, acontece formar-se uma especie de vacuo no reservatorio, e então a valvula não estando contrabalançada, abre pela pressão do ar exterior, e dá-lhe passagem para dentro da caldeira, evitando portanto que dentro d'ella se forme o vacuo, que teria como consequencia o amolgamento das chapas nas superficies planas, apesar mesmo do escoramento, iverior dos quaes passa o vapor vi.otnem

Este facto ainda é mais para receiar quando se descarrega a caldeira, porque fica ainda com uma certa



pressão de vapor que depois se condensa, e se a valvula de segurança, ou outra qualquer não estiver aberta para offerecer passagem ao ar exterior para o interior da caldeira, esta soffrerá se não for munida da valvula atmospherica. As caldeiras cylindricas não costumam ter esta valvula.

Prova das caldeiras.—O regulamento existente manda que a prova das caldeiras seja feita por meio de pressão hydraulica, e a sobre-carga de prova por centimetro quadrado, seja igual á pressão effectiva, que não deve ser excedida no uso da caldeira, não sendo porém nunca inferior a <sup>4</sup>/<sub>2</sub> kilogramma, nem superior a 6 kilogrammas.

Quer isto dizer que se uma caldeira for destinada a trabalhar com vapor a 5 atmospheras de pressão ou 5 kilogrammas por centimetro quadrado, a pressão de prova será de 10 kilogrammas por centimetro quadrado; se porém a caldeira tiver de trabalhar a 8 atmospheras ou 8 kilogrammas por centimetro quadrado, a pressão de prova será unicamente de 14 kilogrammas.

Esta pressão deverá durar o tempo necessario para o exame da caldeira, da qual todas as partes devem ser inspeccionadas para ver não haja deformação ou fugas de agua pelas cravações ou pelos tubos.

Esquentador. — Este apparelho, inventado pelo americano Wetherhed, acha-se collocado na parte superior da caldeira, na base da chaminé, e consiste em uma especie de camara ou caixa atravessada por tubos, pelo interior dos quaes passa o vapor vindo da caldeira antes de se dirigir para o tubo conductor da machina. A parte exterior dos tubos é atravessada pe-



los gazes desenvolvidos pela combustão, depois de terem atravessado a caldeira, no momento em que se dirigem para a chaminé.

Tem este apparelho por fim seccar o vapor, vaporisando-lhe as particulas de agua de que vem saturado, elevando-lhe portanto a temperatura e com ella um pouco a pressão.

Para que o uso do esquentador tenha algumas vantagens nas caldeiras que trabalham em media e baixa pressão, é preciso que o vapor seja fornecido á machina n'uma temperatura que não exceda 150° a 160° centigrados. N'uma temperatura mais elevada ataca o metal e destroe as gachetas de empanque.

### ACCIDENTES E CAUSAS DE EXPLOSÃO NAS CALDEIRAS

Apesar de termos tratado d'esta materia em outros livros por nós publicados, julgâmos util reproduzil-a aqui com mais algumas considerações, por isso que o facto das explosões se póde tornar cada vez mais perigoso a bordo, em consequencia da pressão elevada do vapor. Não quer isto dizer que uma caldeira trabalhando com uma pressão muito diminuta de vapor esteja menos sujeita do que aquella que trabalha com pressão elevada, a fazer explosão; a pratica tem quasi demonstrado o contrario; mas o que é certo é que, dado o facto, os seus effeitos destruidores são tanto mais perigosos quanto mais elevada for a pressão dentro da caldeira.

Accidentes na caldeira. — Podem ser causas de accidentes: a idade das caldeiras e deterioração pelo



uso; a oxidação rapida produzida internamente; a má construcção; e a negligencia do fogueiro.

Em qualquer caldeira o menor accidente póde ter consequencias graves, e é por esta rasão que todo o cuidado é pouco, sobretudo da parte do ajudante machinista de quarto encarregado d'aquelle serviço, que tem por fim vigiar o trabalho dos fogueiros e examinar todos os apparelhos da caldeira para estar certo de que as suas indicações são exactas; alem d'isto, o exame minucioso interno e externo, quando possa ter logar, não deve nunca ser descurado pelo engenheiro chefe a bordo ou seu immediato.

Augmento rapido de pressão. — Tem geralmente por causa a machina não despender a quantidade de vapor que se gera na caldeira, ou terem-se activado os fogos sem necessidade. Em todo o caso é facil fazer com que a pressão torne ao seu estado de regimen, diminuindo a tiragem, fechando o registro da chaminé ou as portas dos cinzeiros, abrindo em parte a porta da fornalha, e alimentando. Concebe-se que n'estas circumstancias convem que as valvulas de segurança, estejam em estado de bem funccionar.

Producção difficil do vapor. — O facto de uma caldeira ter difficuldade em gerar vapor póde dar-se por uma causa accidental ou permanente.

As causas permanentes são: má construcção da caldeira ou disposição da fornalha; esta, por exemplo, póde ter a grelha mal disposta ou ser pequena; n'aquella os conductos podem ser muito estreitos, e terem curvas bruscas; a chaminé póde não ter a altura ou area conveniente e a area de superficie de calorico ser deficiente.



Em todos estes casos o remedio è a reconstrucção da parte viciada e para o ultimo a substituição da caldeira.

Quando a difficuldade em gerar vapor é causa accidental, póde esta provir do mau entretenimento do fogo, da má qualidade do carvão empregado, da grelha se achar obstruida pelas escorias que lhe adherem, dos conductos ou parte multitubular se achar tambem obstruida pelas cinzas, das pequenas entradas de ar para a casa das caldeiras, o que faz com que á combustão se lhe não forneça o indispensavel, e finalmente da grande accumulação de saes adherentes ás paredes ou parte multitubular da caldeira.

Todas estas causas de desarranjo são de facil remedio e na sua maxima parte está na mão do engenheiro chefe da machina o prevenil-as.

Abatimento subito de pressão. — Póde dar-se este caso quando, tendo havido negligencia em tratar do fogo, se limpe uma ou mais fornalhas da caldeira na occasião em que a pressão é um pouco baixa e que a caldeira precise ser alimentada ao mesmo tempo, e se conserve a valvula de passagem de vapor para a machina completamente aberta.

Quando se dê este facto convem fazer activar a combustão por todos os meios, fechar um pouco a valvula de passagem ou de garganta, e fazer uso do maior grau de expansão que a machina tiver com o fim de despender a menor quantidade de vapor possivel, e se ainda assim a machina não podér funccionar com regularidade, e houver demora em restabelecer a pressão do vapor, é então mais conveniente, sendo possivel, parar a machina alguns minutos e pôl-a depois a func-



cionar quando o vapor tenha adquirido a sua pressão de regimen.

A falta de agua na caldeira, bem como uma alimentação muito abundante com agua fria, póde dar tambem este resultado.

Abaixamento de nivel de agua. — Este facto é sempre grave toda a vez que a agua tenha descido abaixo do nivel da parte multitubular ou do tecto das fornalhas ou conductos, tendo-os deixado a descoberto.

Quando haja certeza de que a agua cobre ainda sufficientemente estas partes, deve alimentar-se immediatamente e com abundancia, activando o fogo logo que se observe que a agua começa a subir no vidro.

Se a negligencia chegou a ponto de que o abaixamento do nivel tenha deixado a descoberto o tecto da fornalha ou os tubos, então não se deve alimentar para não promover uma explosão fulminante, que poderia ser a consequencia d'esta imprudencia; o que deve fazer-se n'esta conjunctura, é retirar o fogo e procurar resfriar a caldeira por todos os meios possiveis, e só depois de ter a certeza de que a chapa em que actuava a chamma está na sua temperatura ordinaria, alimentar então e só accender o fogo nas fornalhas quando a agua começar a apparecer no vidro de nivel.

Fugas de agua ou de vapor. — Podem ser de mais ou menos gravidade, e têem por causa: a imperfeição no fabrico da caldeira, a dilatação desigual das suas differentes partes quando submettidas a differenças bruscas de temperatura, e a deterioração das chapas pelo uso ou oxydação.



Convém pois nas caldeiras multitubulares, trabalhando a uma temperatura muito elevada, evitar quanto possivel abrir as portas dos tubos, com o fim de as resfriar para obter um abatimento de pressão do vapor.

Queimar a caldeira. — O facto de queimar a caldeira, dá-se quando uma parte da chapa ou tubos expostos á acção da chamma, deixa de ser protegida pela agua, ou porque esta tenha baixado de nivel consideravelmente, ou porque as incrustações internas sejam de natureza a impedir o seu contacto; esta parte então, aquecendo ao rubro, perde os <sup>5</sup>/<sub>6</sub> da sua resistencia, e cedendo á pressão interna do vapor curva-se para o lado do fogo, acabando por fender-se. Este facto póde não chegar a dar-se, mas em todo o caso a chapa conservará a apparencia de queimada e denunciará a negligencia do fogueiro.

Acontece algumas vezes serem folhosas em certos sitios por defeito de laminagem, as chapas que constituem a fornalha, e por conseguinte separadas em duas partes no sentido da espessura, tocando-se, sem comtudo adherirem. A chapa que tem este defeito, quando exposta á acção da chamma, queima-se em poucos dias n'estes pontos, levantando bolha a folha externa da chapa, ficando unicamente a interna resistindo á pressão.

Explosões nas caldeiras. — As causas que podem motivar as explosões, quer estas sejam parciaes ou fulminantes, são as seguintes: defeitos de construcção, excesso de pressão, idade da caldeira e deterioração pelo uso, depositos ou incrustações abundantes, misturas de gazes explosivos nos conductos, falta de agua, e ebullição retardada.



Defeitos de construcção. — Os que podem contribuir para as explosões nas caldeiras são: chapa de má qualidade e sem a espessura propria para resistir com segurança á pressão a que tem de funccionar, os arrebites collocados a maior distancia do que a conveniente, feitos de mau ferro ou com diametro inferior ao que devem ter, furação das chapas desencontrada para a cravação dos arrebites, aberturas muito grandes e sem serem reforçadas convenientemente feitas nas portas de entrada, ou no sitio onde assentam as cupulas ou capacetes, falta de escoramento ou este de dimensões muito inferiores.

A curvatura das chapas em angulo recto occasiona muitas vezes fendas que, sendo a principio quasi imperceptiveis, augmentam depois com o trabalho. Os fundos chatos das caldeiras maritimas são muito sujeitos a estas rupturas; a pressão interna, actuando sobre elles quando estão fracos, faz com que se curvem um pouco, tornando ao seu primitivo estado quando a pressão deixa de existir, e d'esta fórma as dilatações e contracções constantes do metal acabam por produzir a ruptura nas partes angulares. É por conseguinte conveniente reforçar todas as partes planas das caldeiras com escoramento sufficiente ou com esquadros de chapa.

Uma caldeira de machina maritima, com insufficiente escoramento ou com escoras de fracas dimensões, a que for construida com chapa de inferior qualidade nas superficies que são banhadas directamente pela chamma, a que tiver uma má cravação dos tubos, e a que for sujeita a fermentar constantemente por falta de espaço na camara de vapor, todas estão mais ou

menos sujeitas a explosões por meio de rupturas, que em geral não são muito importantes, mas que em muitos casos podem ser perigosas.

Excesso de pressão. — A explosão por excesso de pressão em circumstancias normaes de trabalho nunca póde ter logar se a caldeira é munida das competentes valvulas de segurança, se a sua area foi calculada convenientemente, e se ha o cuidado de as conservar em bom estado e com o movimento livre e desembaraçado.

Póde porém dar-se o facto de que tenha havido negligencia, e de que a caldeira, tendo fermentado, tenha arrastado uma grande camada de lodo que sobrecarregue as valvulas, ou que uma circumstancia qualquer as tenha feito adherir sobre as sédes; n'estas circumstancias, se não houver attenção no manometro indicador de pressão, ou se este não der indicações exactas, o que é facil de acontecer, a caldeira poderá então gerar vapor a uma pressão tal que origine uma explosão.

Deve pois haver todo o cuidado em observar o movimento das valvulas de segurança, e em se assegurar que a pressão indicada no manometro é a correspondente á carga sobre as valvulas.

Idade da caldeira e deterioração pelo uso.— A deterioração da caldeira, seja pelo longo uso ou pela acção corrosiva de algumas aguas de alimentação, tem algumas vezes sido causa de explosões.

Nas caldeiras das machinas maritimas, os fundos, estando sempre mais ou menos expostos á acção da humidade da agua do porão, são destruidos pela acção corrosiva e pelo oxydo; é portanto pelo fundo, pelas chapas dos tubos, ou pela calote da chaminé, que as



rupturas têem logar, começando muitas vezes por fu gas de agua ou de vapor.

Está estabelecido como regra, que uma caldeira depois de passado um certo numero de annos de serviço, não tendo soffrido depois pressão de prova que garanta o seu estado, não deve funccionar com vapor á mesma pressão que lhe foi estabelecida quando nova. O engenheiro encarregado da machina deve ser prudente bastante para conhecer pelo seu exame o estado de deterioração da caldeira com que trabalha, para limitar a pressão do vapor ao que julgue conveniente, de modo a que possa haver completa confiança no gerador do vapor.

Este facto torna-se tanto mais importante quanto mais elevada é a pressão do vapor com que se funcciona, e sobretudo nas caldeiras das machinas mixtas, por causa do enfraquecimento muitas vezes produzido pela oxydação interna.

É costume nos casos de desconfiança de grande deterioração, o alliviarem-se os pesos das valvulas de segurança.

Depositos ou incrustações abundantes.—A accumulação de saes em grande quantidade por falta de cuidado em sangrar ou escumar a caldeira e pesar a agua para a conservar n'um estado de saturação conveniente quando se trabalha com agua salgada, póde ter uma explosão como consequencia.

É facil de perceber que, não se fazendo as extracções convenientes, a agua engrossa, e os saes que ella contém ir-se-hão depositando nas paredes internas da caldeira, estabelecendo-se por camadas successivas, e formando assim uma espessura que muitas vezes chega



a ser consideravel. Suppondo que isto acontece, a chapa da caldeira ou os tubos, achando-se por um lado actuados pela chamma, e pelo outro desprotegidos da acção da agua, que está afastada d'elles por um corpo muito pouco conductor do calorico, aquecem a um calor muito superior, fazendo estalar a camada de saes que os cobre, tornando a agua a vir estar em contacto com elles; uma grande porção porém dos pedaços estalados vae muitas vezes depositar-se em outra parte, augmentando consideravelmente a espessura das camadas já existentes, que a chapa tinha antes de ser aquecida, a ponto de as fazer estalar, tendo então perdido grande parte da sua resistencia, cede á pressão interior do vapor, e curva-se para o lado do fogo, podendo abrir fendas ou rupturas perigosas.

Uma caldeira que se tenha deixado chegar ao estado de ter incrustações abundantes, não só está em risco de estragar-se, mas despende muito maior quantidade de combustivel pela difficuldade em gerar vapor.

Misturas explosivas de gazes nos conductos.— A combustão do carvão póde em certas circumstancias produzir gazes que, ficando mais ou menos tempo estacionarios nos conductos das caldeiras, se inflammem bruscamente, produzindo uma explosão capaz de destruir a caldeira.

Póde dar-se este facto quando, tendo-se fechado por muito tempo o registo da chaminé ao gaz carburo de hydrogenio que ficou nos conductos, se lhe junta o ar exterior chamado pela tiragem na occasião em que se abre o mesmo registo.

Os tubos da caldeira partem-se, torcem-se ou amassam muitas vezes pelos effeitos d'estas explosões, tendo



por causa o vacuo produzido pela inflammação dos gazes; por esta rasão é sempre prudente não fechar completamente o registo da chaminé.

Falta de agua. — O maior numero de explosões fulminantes que se tem dado tem sido sem duvida produzidas por esta circumstancia.

Ha caldeiras que pela sua construcção estão mais sujeitas do que outras ao perigo da explosão por falta de agua, como, por exemplo, as de fornalha interna pertencentes á industria, e as multitubulares maritimas tendo os tubos em baixo ao lado das fornalhas, e isto porque o tecto das mesmas fornalhas está sujeito a ficar a descoberto pelo mais pequeno desnivelamento.

Quando o nivel de agua baixa a ponto de deixar a descoberto a chapa da caldeira que recebe a acção directa da chamma, acontece o seguinte:

- 1.º A chapa aquece e eleva-se ao rubro, podendo este calor estender-se até á parte superior da caldeira;
- 2.° A chapa n'este estado perde os  $\frac{5}{6}$  da sua resistencia;
- 3.º N'estas circumstancias o vapor produz-se em menor quantidade, por isso que a superficie de calorico coberta com agua, diminuiu; podendo notar-se que a machina n'esta occasião diminue de força e modera o movimento, a pressão do vapor abate e por conseguinte o manometro não indica o perigo;
- 4.º O vapor existente na caldeira aquece e eleva-se muito em temperatura, seccando completamente.

Se n'estas circumstancias houver a imprudencia de alimentar a caldeira, ou de abrir uma torneira ou valvula repentinamente, e sobretudo a de segurança ou



de passagem para pôr a machina em movimento, uma explosão fulminante será a consequencia.

Vejamos o que se passa, quando se deita agua sobre uma chapa de ferro em braza. A agua não se vaporisa immediatamente, forma globulos ou pequenas espheras que rolam sobre a superficie aquecida, constituindo-se então no que se chama *estado espheroidal*.

Quando a temperatura do ferro tem descido a 195 graus centigrados, e que por conseguinte deixou de estar vermelho, os globulos transforman-se repentinamente em vapor produzindo uma pequena explosão; o tempo que a agua póde conservar-se assim sobre o ferro sem transformar-se em vapor é variavel, podendo ser de muitos segundos ou de muitos minutos.

Se em logar de se deitar lentamente a agua sobre o ferro, deixarmos caír as gotas de uma certa altura, de modo a projectarem-se violentamente sobre a sua superficie, o estado espheroidal não terá logar, e as gotas de agua vaporisar-se-hão immediatamente com explosão.

Na occasião em que se abre bruscamente uma torneira ou valvula da camara de vapor de uma caldeira, a pressão do vapor diminue pela saída, a superficie da agua, achando-se menos comprimida, entra em ebullição violenta, produzindo grande quantidade de vapor. A agua n'estes casos eleva-se dentro da caldeira e chega a projectar-se juntamente com o vapor pela valvula que se abriu.

Estudando os factos apontados e demonstrados pela experiencia, comprehender-se-ha facilmente, que se n'uma caldeira em que as chapas estejam quentes ao rubro, abrirmos uma torneira ou valvula de vapor, a



ebullição tumultuosa lançará com força a agua em massa contra a chapa quente, provocando então uma repentina transformação de vapor que se avalia em 20 metros cubicos, pelo menos, por metro quadrado de superficie da chapa aquecida ao rubro. Esta enorme quantidade de vapor produzida não acha saída sufficiente pelas valvulas de segurança, e a sua enorme tensão, junta á fraqueza da chapa, determina a explosão fulminante.

Quaesquer que sejam os phenomenos que se passem quando as chapas de uma caldeira chegam ao calor rubro, o que é certo é que a falta de agua deixando que as mesmas chapas cheguem áquelle estado, conduz a uma explosão inevitavel sempre que-se abra a alimentação ou qualquer torneira ou valvula de saída de vapor.

As explosões annunciam-se algumas vezes por fugas de agua ou de vapor, que se manifestam repentinamente nas juntas das chapas ou nas dos tubos, elevação rapida da pressão no manometro, violento bater das valvulas; e sobretudo pela bulha interior da caldeira, e tambem algumas vezes pela difficuldade na producção do vapor.

As explosões fulminantes têem logar o maior numero de vezes na occasião de abrir ou fechar uma valvula de segurança ou de passagem, o que nos leva a crer que, emquanto o vapor se acha em estado de quietação dentro da caldeira, sustenta uma alta pressão sem perigo; porém no momento em que este estado muda, o primitivo equilibrio de forças é destruido e uma ruptura terá logar inevitavelmente em qualquer ponto.

Uma das condições especialmente recommendadas nas caldeiras de machinas é o serem munidas de duas



valvulas de segurança, podendo cada uma d'ellas dar passagem a todo o vapor gerado em condições ordinarias; outra é o não haver interposta entre o vapor na caldeira e as valvulas de segurança uma outra valvula de communicação ou de passagem.

Força percussiva do vapor. — A força percussiva do vapor póde tambem dar logar a uma explosão.

Póde dar-se este facto se fecharmos repentinamente uma valvula de communicação ou de passagem por onde o vapor esteja saíndo, sobretudo se este vapor se projectar n'um espaço onde soffra uma tal ou qual condeusação. N'este caso a sua velocidade de saída será espantosa, e se repentinamente se lhe fechar a valvula, o vapor, depois de a chocar, recuará na direcção opposta e irá percutir a chapa fronteira, produzindo d'este modo a explosão.

O effeito do vapor n'estas condições é tão repentino e momentaneo, que apparelho algum seria capaz de impedir a sua acção.

Ebullição retardada. — É um facto comprovado, que uma parte das mais violentas explosões em caldeiras de vapor tem tido logar em circumstancias tão especiaes e de modo tão estranho, que as causas que as produziram têem sido até ha poucos annos consideradas como um mysterio sem explicação plausivel.

Effectivamente, que uma caldeira velha ou mal construida e que seja forçada a trabalhar com uma pressão de vapor muito superior á sua resistencia, ou aquella a que se deixou queimar as chapas da fornalha pela falta de agua, alimentando-a quando se acha n'este estado, faça explosão, comprehende-se; porém que uma caldeira que tem sido tratada com o maior cuidado, que



é nova ou se acha em muito bom estado, que conserva o seu nivel de agua regular, que estando garantida para trabalhar com vapor, por exemplo a 5 atmospheras, faça explosão n'estas circumstancias, quando o manometro marca uma pressão mais inferior é que custa a comprehender.

Quaes serão pois as causas mysteriosas que produzem uma tão medonha e repentina destruição, tão inesperada e irresistivel como a produzida pelo raio?

Tem-se querido fazer acreditar que a agua dentro da caldeira é decomposta, convertendo-se em uma mistura de agua e oxygenio, mistura conhecida como tendo uma força explosiva similhante á da polvora; outros auctores affirmam que este phenomeno é produzido pela electricidade, sem comtudo explicarem ou produzirem provas convincentes dos factos.

Mr. F. Y. (no *Engineer*, novembro de 1875), baseando-se sobre as experiencias feitas n'estes ultimos dez annos por differentes physicos e engenheiros. explica e considera como sendo a unica causa provavel d'esta

sorte de explosões a ebullição retardada.

Eis como elle apresenta a sua opinião a similhante

respeito.

A theoria da ebullição segundo as leis da physica é, que os fluidos sob qualquer temperatura têem tendencia a emittirem vapores. A agua, por exemplo, evaporase ou entra em ebullição a qualquer temperatura; em relação porém ao grau de calor, a evaporação ou ebullição produz-se com maior ou menor intensidade.

O vapor que se evolve exerce uma certa pressão, que augmenta com a temperatura com excessiva rapidez.



Se a agua a 20 graus centigrados for mettida dentro de um vaso em que se tenha feito o vacuo, ella entrará em ebullição e o seu vapor encherá o espaço até que a sua pressão tenha força bastante para equilibrar uma columna de mercurio de  $17\frac{1}{3}$  millimetros de altura; se a agua for aquecida a 50 graus, tornará a produzir vapor até que a sua pressão faça equilibrio a uma columna de mercurio de 92 millimetros; se a aquecermos a 100 graus a pressão do seu vapor equilibrará 760 millimetros de mercurio, a 120 graus, 1490, a 144 graus, 3050 millimetros, e assim por diante.

O augmento de pressão, como se vê, cresce pois com muito maior rapidez desde que a temperatura excede 50 graus.

Se em logar de termos a agua mettida dentro de um vaso fechado, a expozermos ao ar livre e sob a pressão da atmosphera (que é representada por uma columna de mercurio medindo, termo medio, 760 millimetros), a agua á temperatura de 20 graus, por exemplo, evaporar-se-ha então lentamente; se no emtanto formos augmentando a temperatura até 100 graus, então a pressão do seu vapor, fazendo equilibrio á pressão atmospherica, expellirá diante de si o ar que o rodeia, como se pressão alguma existisse para o contrariar, e por esta rasão a agua ferve ou entra em ebullição. Da mesma fórma todos os fluidos entram em ebullição logo que a sua temperatura lhes permittir produzirem vapor cuja pressão seja igual ao peso da atmosphera que actua sobre elles.

Quando a agua está fechada dentro de uma caldeira, o vapor que se evolve da sua superficie exerce uma pressão que vae sempre em augmento em relação ao



augmento de temperatura. Assim, pois, a 121 graus centigrados a ebullição terá logar á pressão de duas atmospheras, ou duas vezes 760 millimetros, a 144 graus, á pressão de 4 atmospheras, etc.

Esta explicação do facto da ebullição é completamente exacta; mas ha um ponto de vista sob o qual ella soffre uma pequena modificação, o que faz com que em logar de dizermos que: a agua ferve à temperatura de 100 graus sob a pressão atmospherica, devamos dizer que a agua póde ferver a esta temperatura; porque effectivamente ha circumstancias sob as quaes a agua não ferve áquella temperatura.

Descobriu-se que a quantidade de calorico só por si não é sufficiente para fazer entrar a agua em ebullição, se ella não estiver em contacto com o ar ou o vapor. Em geral esta condição é completamente preenchida; porém, debaixo de certas circumstancias particulares, é facil demonstrar que nem sempre a agua ferve a esta temperatura.

O primeiro naturalista que descobriu esta propriedade foi mr. Donny que, tendo extrahido completamente o ar de um tubo de vidro em que introduziu agua, aqueceu este tubo conjunctamente com outro, contendo tambem agua, mas ao qual não tinha extrahido o ar. N'este ultimo a ebullição teve logar justamente á temperatura de 100 graus, emquanto que no primeiro a agua estava perfeitamente tranquilla e não mostrou signaes de ebullição senão quando a temperatura se elevou de 120 a 128 graus. Mr. Dufour, fazendo a mesma experiencia, e collocando uma gota de agua no centro de um pouco de oleo de cravo, tendo a mesma gravidade especifica da agua, aqueceu este



ao ar livre e a gota de agua, que deveria ferver a 100 graus de temperatura, só entrou em ebullição a 170 graus centigrados. Se, porém, quando a agua está n'esta temperatura lhe approximarmos uma bolha de ar, se na sua superficie se tocar com a ponta de um arame, se lhe deixarmos caír em cima um grão de areia, ou se sacudirmos o vaso que a contém, a agua será immediata e repentinamente convertida em vapor, fazendo explosão.

Comprehende-se que isto assim succeda, porque, se a agua se transforma em vapor n'estas circumstancias, deverá fazel-o com explosão, em vista da grande quantidade de calor que tem concentrado na sua massa.

Todos os corpos solidos são cercados ou envoltos de uma camada de ar extremamente delgada, invisivel, impalpavel e tão adherente ao corpo, que só com grande difficuldade se póde fazer desligar d'elle por qualquer meio mechanico.

Se, por exemplo, fizermos actuar duas superficies metallicas, planas e polidas uma sobre outra no prato de um torno de tornear, ellas a principio não se tocarão, mas simplesmente as camadas de ar que as revestem, e só depois de algum tempo é que a fricção produzida, tendo destruido essas camadas de ar, fará com que o metal das duas superficies chegue a estar em contacto endentando-se. É este o facto que se dá em um moente de um eixo em movimento na sua chumaceira quando destruida a camada de ar e de materia lubrificante que existe entre as duas superficies; os metaes começam por aquecer pela fricção e acabam por endentar-se um no outro.



É portanto esta camada de ar ligada sempre aos objectos que, tocando a gota da agua de que fallámos a faz mudar de estado; porque se o arame com que a tocarmos tiver sido recozido, mettido em agua a ferver, ou polido por meio de pó que lhe tenha destruido a camada de ar, a gota de agua poderá ser tocada com elle impunemente.

Pelo que fica exposto vê-se claramente quaes as condições sob as quaes a agua entra em ebullição.

Nas condições ordinarias e á pressão atmospherica, este facto dá-se quando a temperatura tem chegado a 100 graus centigrados se a superficie da agua estiver em contacto com o ar, ou o vaso que a contém tiver adherente á sua superficie a camada de ar que lhe é natural.

Se, porém, fervermos a agua por um longo periodo de tempo no mesmo vaso, isto fará gradualmente remover a camada de ar ligado ao metal na sua superficie interna, e a propriedade d'ella entrar em ebullição a 100 graus centigrados desapparecerá. O vapor então começará adesenvolver-se unicamente á sua superficie, porém sem o caracteristico da ebullição, por isso que as bolhas de ar, não se desprendendo das paredes ou do fundo do vaso, nem da propria massa de agua que se acha desprovida d'elle, não a atravessarão, e n'este estado poderemos aquecel-a lentamente até uma temperatura de 130 graus sem que signal algum de ebullição seja visivel.

É este o phenomeno de ebullição retardada.

Mr. Kerbs nas suas ultimas experiencias conseguiu, mettendo agua em tubos de vidro completamente desprovidos de ar, fazer evaporar a agua sem o menor vestigio de ebullição até á temperatura de 200 graus.



Se, porém, a experiencia não for conduzida com o maior cuidado, a agua a uma temperatura de 160 ou 170 graus entrará em ebullição violenta, transformando-se instantaneamente em vapor, fazendo explosão.

Segundo Dufour a ebullicão retardada póde ter logar muito facilmente debaixo de certas circumstancias. Tome-se, por exemplo, uma caldeira fechada, na qual a agua que contém tenha por muito tempo e muito repetidas vezes entrado em ebullição, de modo a que o ar tenha sido na sua maxima parte expellido; o vapor, occupando a parte superior da agua e começando esta a resfriar, condensar-se-ha em pequenas gotas e a sua pressão diminuirá. Esta diminuição de pressão póde chegar a ponto de ser inferior á correspondente á temperatura da agua. De accordo com a theoria, a agua póde ser aquecida de novo, entrar em ebullição e crear mais vapor á pressão e temperatura propria, e d'este modo restabelecer o primitivo estado. É este o facto natural quando a agua tem sido renovada; se porém tem já fervido por muitas vezes, tem então uma grande tendencia a permanecer em estado de quietação, não entrando em ebullição. N'este ultimo caso, a pressão do vapor póde chegar a ser muito inferior á temperatura correspondente da agua.

Supponha-se que a agua de uma caldeira de vapor se aquece a 144 graus centigrados, tendo o seu vapor por conseguinte 4 atmospheras de pressão, e que depois se deixa arrefecer; o resfriamento terá primeiro logar no espaço superior occupado pelo vapor, que, condensando-se, poderá descer a sua pressão a duas atmospheras, emquanto que a agua pouco terá per-



dido da sua temperatura, que será, por exemplo, de 130 graus.

A esta temperatura a agua póde produzir vapor a 3 atmospheras, e como a pressão do que existe é apenas de duas, ella póde fornecer quantidade sufficiente para igualar a pressão; como porém a agua está em estado de quietação, não produzirá este vapor, e n'estas circumstancias, se continuarmos a aquecel-a, este calor será por ella armazenado, até que uma causa qualquer. vindo destruir este estado faça com que toda a massa, de agua existente dentro da caldeira se transforme repentinamente em vapor, produzindo um choque medonho, do qual deverá resultar a explosão fulminante.

As circumstancias que podem occasionar esta mudança de estado tão repentina são, segundo Dufour e Kerbs, as que já ficaram enunciadas: pôr em contacto com a agua um corpo solido envolto na sua camada de ar natural; producção de gaz por meio de corrente electrica no interior da massa de agua; choque produzido por concussão entre a propria massa de agua, de modo a libertar os atomos de que se compõe para se transformarem em vapor; rapido abaixamento de pressão, operado pela abertura de uma saída qualquer ao vapor, pela qual a quantidade que repentinamente se escapa da caldeira produz um choque na superficie da agua, e faz com que ella entre em ebullicão immediata; e, finalmente, o aquecimento directo e repentino da caldeira por se ter activado muito o fogo, produzindo a chamma um choque sobre a chapa do tecto da fornalha.

Assim, pois, segundo as experiencias e em conformidade com o que fica explicado, meio litro de agua em



estado de ebullição retardada, representando apenas meia atmosphera de pressão, destruiu um vaso muito resistente de vidro, partiu uma pedra e escangalhou uma forte mesa; o vapor saíu do vaso com a bulha e rapidez do gaz produzido pela polvora, e destruiu tudo que mais fraco encontrou no seu caminho.

Se estes effeitos são produzidos por uma tão pequena quantidade de agua, como não hão de ser terriveis os que têem logar em massas de agua consideraveis, representando ás vezes algumas toneladas de peso, ao transformarem-se repentinamente em vapor pelo excesso de calorico n'ellas contido.

É pois esta a explicação d'esses factos mysteriosos que têem produzido explosões em muitas caldeiras!

A ebullição retardada póde muitas vezes existir em uma caldeira sem que cousa alguma a accuse, sobretudo depois de uma paragem mais ou menos longa, mas que tenha sido sufficiente para produzir um resfriamento e condensação do vapor, sem que a agua tenha perdido

muito da sua temperatura.

Para evitar a ebullição retardada, mr. Dufour propõe fazer passar uma corrente electrica por meio de um isolador de arame de platina, do exterior para o interior da caldeira, passando pela massa de agua; e mr. Budde, a collocação de um thermometro ao lado da caldeira, um extremo do qual deve estar em contacto com a agua na parte mais baixa. A graduação da temperatura do thermometro deve corresponder com a pressão de vapor indicada no manometro. Quando uma escala estiver em relação propria com a outra, a caldeira está em condições de segurança para poder funccionar; porém, se a pressão no manometro for muito



baixa em relação á temperatura, então a ebullição retardada póde ter logar, e n'este caso deve deixar-se a caldeira em quietação e decorrer o tempo preciso para que o vapor formado á superficie da agua substitua o que se condensou e iguale a pressão a temperatura.

Um meio que concorre para evitar a ebullição retardada, é o cobrir a parte superior da caldeira ou camara de vapor com um corpo mau conductor do calorico, para evitar os resfriamentos.

# CARVÃO, SUAS QUALIDADES E EMPREGO ECONOMICO

Qualidades que deve possuir o carvão para ser empregado nas caldeiras maritimas.—Reduzindo a materia tanto quanto possivel, apresentâmos as considerações seguintes:

1.ª O carvão deve arder com facilidade e boa chamma, de modo a facilitar a producção do vapor (sendo necessario) n'um curto espaço de tempo;

2.ª Deve possuir uma grande força evaporativa, isto é, que uma porção comparativamente diminuta converta uma grande quantidade de agua em vapor;

3.ª Não deve ser muito betuminoso para não produzir grande quantidade de fumo, o que é prejudicial, por sujar muito os tubos, sendo inconveniente para os navios de guerra por denunciar a sua posição, que muitas vezes se torna preciso occultar;

4.ª Deve possuir grande força de cohesão entre as suas particulas, de modo a não se reduzir a pó dentro dos paioes na occasião da arrumação e com os balancos do navio;



- 5.ª Deve combinar uma consideravel densidade com uma estructura tal, que permitta o ser arrumado em pequeno espaço. Esta condição é muito importante, pois que em qualidades de carvão de igual força evaporativa chega a haver uma differença de 20 por cento;
- 6.ª Não deve conter grande quantidade de pyrite, isto é, não deve ser sulphuroso, porque é esta uma das qualidades que mais concorre para a combustão espontanea.

Nunca acontece que estas boas qualidades se reunam todas n'uma certa qualidade de carvão; comtudo aquelle que as possue em mais alto grau é a boa anthracite, especie de hulha magra, conhecida entre nós por carvão de Cardiff.

Este carvão possue um elevado grau de vaporisação; tem grande força de cohesão, não se tornando por conseguinte em moinha com facilidade; não emitte fumo, não sujando portanto os tubos; tem bastante densidade, em virtude do que póde arrumar-se maior quantidade nos paioes, e não contém muita pyrite. Tem este carvão o inconveniente de não produzir vapor com rapidez por ser muito difficil de accender, e entrar rapidamente em combustão activa; obtida porém esta, conserva-se bem, produzindo uma chamma de grande intensidade de calorico; o que tambem não deixa de ser um pouco inconveniente porque queima e destroe as grelhas com rapidez, e comtudo apesar d'este inconveniente é esta a qualidade de carvão preferida para o consumo das caldeiras dos navios de guerra.

Carvão de fôrma. — Esta qualidade de carvão artificial, porque é feito da moinha ou pó do carvão de



pedra misturado com materias betuminosas, e moldado em fôrmas de ferro do feitio de tijolo burro, onde é comprimido, tem a vantagem de offerecer uma boa arrumação nos paioes, e apesar da sua gravidade especifica ser muito inferior á de muitas qualidades de carvão, é possivel sempre arrumal-o em menor espaço em igualdade de peso. Quando em combustão apresenta boa chamma, possuindo um alto grau de vaporisação, tem porém os grandes inconvenientes de fazer muito fumo e sujar muito os tubos em consequencia da grande quantidade de materia betuminosa que contém, e de ser muito sujeito nos climas quentes a produzir a combustão espontanea.

Combustão espontanea. — Os sinistros occasionados pela combustão espontanea, seja em terra ou a bordo nos paioes do carvão, têem geralmente por causa a presença de grande quantidade de pyrite ou sulphuro de ferro, contida na massa do combustivel.

As pyrites apresentam-se em fórma de palhetas de uma bella côr de oiro, ou em crystaes da mesma côr. Quando o pó do carvão accumulado por muito tempo no fundo dos paioes, contém grande quantidade de pyrite, e accidentalmente se acha molhado ou humido, produz-se a fermentação, e mais tarde a combustão espontanea apparece, logo que uma corrente de ar passe pelo sitio onde o pó do carvão se acha accumulado.

N'este caso as medidas a tomar são: evitar por todos os modos possiveis a continuação da corrente de ar, e cobrir completamente o carvão com agua, sendo possivel, ou abafar o fogo fechando todas as entradas de ar no sitio onde se produz a combustão.



As precauções a tomar são:

1.ª Não acceitar carvão que tenha grande quantidade de pyrite, e sobretudo que esteja humido e seja miudo;

2.ª Arejar os paioes o mais possivel, evitando com-

tudo estabelecer correntes de ar muito activas;

3.ª Não deixar accumular grande quantidade de pó de carvão no fundo dos paioes, e procurar sempre de preferencia gastar o carvão que existir ha mais tempo a bordo;

4.ª Metter tubos de observação de temperatura em sufficiente quantidade, nos paioes, os quaes, passando através da massa de carvão e indo até ao fundo, offereçam meio de se poder observar, fazendo descer um thermometro dentro d'elles, se a temperatura é regular, ou annuncia o principio da fermentação. Estes tubos servem tambem para por meio d'elles se poder alagar o paiol, no caso da combustão espontanea se declarar.

Poder de vaporisação do carvão. — Não depende unicamente da sua boa ou má qualidade, a quantidade de vapor fornecida por um escantilhão de carvão; a construcção da caldeira a que se applica, a maneira por que se trata do entretenimento do fogo, e o maior ou menor grau de habilidade do fogueiro são factores que têem de entrar em consideração.

Nas caldeiras de Cornwall, onde tudo se sacrifica á economia do combustivel, dando ás caldeiras uma larga superficie de calorico, uma grelha desenvolvida propria para a combustão lenta, e prevenindo-se quanto possivel a perda de calorico pela irradiação, obteve-se de 1 libra de carvão a vaporisação de 10 a 11 libras de agua, emquanto que nas melhores caldeiras mari-



timas apenas se tem podido obter, que a mesma quantidade de carvão vaporise 8 ou 8 ½ libras. A media geralmente adoptada é de 1 kilogramma de carvão para 7 kilogrammas de agua evaporisada.

Madeira. — Quando se emprega a madeira como combustivel nas caldeiras de machinas maritimas, é preciso empregal-a n'um peso pelo menos equivalente a tres vezes o do carvão de pedra que seria necessario para produzir o mesmo effeito.

A madeira toleravelmente sêcca contém um quinto do seu peso de agua, na vaporisação da qual é absorvida a quarta parte do calorico desonvolvido pela mesma madeira.

Consumo do carvão. — O consumo de carvão em um navio, que tem de fazer uma longa viagem, é um objecto de primeira importancia, não só em relação ao gasto, e por conseguinte á maior despeza, mas tambem porque quanto maior for o consumo do carvão, relativamente menor será o numero de dias que o navio poderá fazer uso das suas machinas. D'aqui provém muitas vezes o risco de, quando obrigado pelo mau tempo a fazer uma viagem mais demorada, ficar o navio muitas vezes no momento de maior perigo privado da sua ajuda.

A theoria e a pratica têem provado que, em circumstancias ordinarias de tempo, um navio caminhará muito mais e por um maior numero de dias com uma dada quantidade de carvão, fazendo uso apenas de uma fracção da força da sua machina para dar ao navio um andamento regular, do que empregando toda a força da mesma machina para lhe dar a maxima velocidade que elle póde attingir.



# Tabella dos valores economicos de di

Denominação	Procedencia	Libras de agua vaporisada, a 242º por cada libra de carvão	Peso de um pé cubico de carvão em libras
Additional Space	Craigola	9,35	60 100
Den Against 62	Anthracite (Jo & Co)	9,35	60,166
	Oldcastle, Fiery veine	8,94	58,25
AF IN THE REST	Ward's Fiery veine	9,40	50,946 57,433
s to the Absolute At I	Duffryn	40,14	53,22
	Mynydd Newydd	9,52	56,33
Carvão	Ebbw Vale	10,21	53,30
de Welsh	Thomas's Merthyr	10,16	53,00
microsidi	Nixon's Merthyr	9,96	51,70
red legeration	Hill's Plymouth Work	9,75	51,70
or what of a	Neath Abbey	9,38	59,30
-6466604	Gadley, four-feet seam	9,29	51,60
THE WAR THE	Llynvi.	9,19	53,30
	Balcarras Arley	8,83	50,50
	Blackley Hurst	8,81	48,00
Carvão	Black brook Little Delf	8,29	51,00
de Lancashire	Bush Park mine	8,08	47,00
innlucture.	Black brook Rushy Park	8,02	55,60
With the state of the	Andrew House (Tanfield)	9,39	52,10
G. F.	New-Castle Hartley	8,23	50,50
Carvão	Hedley's Hartley	8,16	52,00
de New-Castle	Bate's West Hartley	8,04	50,80
***************************************	Shievardagh (Irish anthracite)	9,85	62,80
de all the	Dalkeith Coronation seam	7,71	54,60
Carvão Escocez	Wallsend Elgin	8,46	54,60
and trace of the con-	Wellewood	8,24	52,60
Carvão	Warlich's patent fuel	10,36	69,05
de fôrma	Lyon's patent fuel	9,58	61,10
ne lotina	Wylain's patent fuel	8,92	65,08



<sub>rentes</sub> qualidades de carvão de pedra

Peso de um pé cubico calculado pela densidade	Espaço occupado por uma tonelada em pés cubicos	Força cohesiva, bocados grandes, percentagem	Poder vaporisador, deduzido o residuo da materia combustivel, em libras	Peso de agua vaporisada a 242º por um pe cubico de carvão, em libras	Raio da vaporisação media em libras de agua vaporisada por hora
	Salabort Salab		0.00	F01.00	
84,407	37,23	49,3	9,66	581,20	441,48
85,786	38,45	68,5	9,70	565,02	409,37
80,42	43,99	57,7	-	455,18	464,30
83,85	39,00	46,5	10,6	508,78	529,90
82,72	42,09	56,2	11,80	540,12	409,32
81,73	39,76	53,7	10,59	536,26	470,69
78,81	42,26	45,0	10,64	544,19	460,22
82,29	42,26	55,5	10,72	538,48	520,80
82,29	43,32	64,5	10,70	514,93	511,40
84,78	43,74	64,0	10,18	599,20	531,60
83,57	37,77	50,0	9,65	556,23	546,10
82,79	43,41	68,5	10,73	479,36	400,00
80,35	42,02	-	9,58	429,82	399,50
78,17	44,35	76,0	9,09	445,91	454,10
78,90	46,60	65,0	9,00	422,88	500,80
78,16	43,92	61,5	8,58	422,79	440,40
80,04	47,65	67,0	8,35	379,76	419,10
80,15	40,50	80,5	8,26	443,50	481,20
78,86	42,99	20.00	9,80	489,21	351,20
80,27	44,35	78,5	8,65	415,61	308,00
81,79	43,07	85,5	8,71	424,62	300,80
78,17	44,13	69,5	8,26	408,43	406,80
99,57	35,66	74,0	10,49	618,58	473,20
78,61	43,16	82,2	7,86	398,29	370,10
78,61	41,02	64,0	8,67	460,82	435,70
79,78	42,58	80,0	8,39	433,42	438,50
72,25	32,44	-	10,60	715,13	457,80
74,73	36,66		9,77	585,33	409,10
68,33	34,41		9,74	580,51	418,90
		<del> </del>			



Theoricamente fallando, quanto mais moderada for a velocidade do navio, maior será a economia do combustivel, a menos que o vapor se não escape constantemente pela valvula de segurança, ou se não perca por outras quaesquer saídas da caldeira.

No emtanto é preciso ter em vista que o que fica dito, e se torna altamente recommendavel, tem unicamente logar em circumstancias normaes de tempo; pois que se o navio navegar com correntes de agua ou ventos contrarios, então as machinas devem exercer toda a sua força, não só para poderem conservar a posição do navio, mas ainda para lhe darem um seguimento sufficiente.

Assim, quando o navio tiver de forçar uma corrente de agua, o que até hoje tem provado ser mais economico, é o fazer com que a velocidade do navio seja metade, pelo menos, superior á velocidade contraria da corrente. Se portanto esta tiver uma velocidade de 6 milhas por hora, a velocidade do navio não deve ser inferior a 9 no mesmo tempo.

A economia do consumo do carvão em relação ao andamento do navio tem comtudo limites que se não podem exceder, por causa do trabalho regular da machina, que n'este caso deve fazer uso do maior grau de expansão que for possivel.

Presentemente, com o emprego das machinas de alta e baixa pressão, que reduziram muito o consumo do combustivel, esta theoria perdeu uma grande parte do seu valor, porque para se tirar todo o partido do gasto do carvão, convem que as machinas trabalhem com a força regular, propria do andamento normal do navio.

Alem d'isto está hoje admittido na pratica, pelo que diz respeito aos paquetes, sacrificar mesmo a econo-



mia do combustivel á maior velocidade do navio, fazendo com que as viagens, ainda as mais longas, se executem no menor numero de dias possivel. Comprehende-se que haja n'isto todo o empenho, porque a despeza a mais no gasto do carvão fica largamente compensada com a despeza a menos que se faz em um ou dois dias com os passageiros, que na maioria das vezes são em numero consideravel.

Lei reguladora da velocidade dos navios de vapor.—A força expendida em dar movimento a um navio de vapor no meio da agua, varia com o cubo da velocidade do mesmo navio.

Esta lei é modificada pelo effeito retardativo do augmento de superficie resistente, pois que o peso e a força da machina augmentam n'uma proporção um pouco mais alta.

Esta consideração impõe um certo limite á velocidade do navio, porque esta depende da força das suas machinas, e por conseguinte do seu peso, e da quantidade de carvão que o navio póde conduzir em relação ás suas dimensões e tonelagem.

Por um lado, é apparente que este limite de velocidade está em relação com as proporções das machinas e do navio, porque quanto maiores forem as machinas, menor será o seu peso relativo por cavallo-vapor, e maior será tambem o seu effeito util; por outro, quanto maior for o navio, menor será a sua secção resistente em relação ao deslocamento da agua por cada tonelada addicional de peso da machina e do carvão.

Achar a velocidade do navio correspondente a uma certa diminuição de consumo de combustivel. — Supponha-se que um navio munido de uma



machina de 500 cavallos de força, tem uma velocidade de 12 nós por hora, e que o gasto é de 40 toneladas de carvão por dia; desejâmos saber qual a velocidade correspondente, reduzindo o gasto do combustivel a 30 toneladas no mesmo tempo?

Teremos a seguinte proporção:

40:30::123:V3 (cubo da velocidade pedida)

reduzindo temos:  $4:3::1728:V^3$ 

d'onde se tira  $3 \times 1728 = 4 \times V^3$ 

e....
$$V = \sqrt[3]{\frac{5184}{4}} = \sqrt[3]{1246} = 10,902$$

ou proximamente 11 nós, velocidade pedida.

Por este exemplo, vemos que, diminuindo um pouco a força em cavallos da machina, ou o gasto do combustivel de uma quarta parte, isto é, 10 toneladas por dia, apenas perdemos pouco mais de um nó por hora em velocidade; e se a reducção fosse de 20 toneladas, isto é, metade do consumo, pelo qual o navio andava os 12 nós, o resultado seria ainda mais palpavel, pois que teriamos:

o que dará V = 9,5 nós.

Vemos, pois, pelos exemplos anteriores, que as 40 toneladas de carvão podem dar os seguintes resultados:

Serem consumidas em um só dia dando ao navio a velocidade de 12 nós por hora, fazendo-o caminhar 288 nós; e em dois dias, dando ao navio a velocidade de 9,5 nós por hora, fazendo-o caminhar 456 nós.



Ainda que estes resultados não sejam mathematicamente exactos, elles são no emtanto bem significativos

para que possam ser desprezados.

Achar o augmento do consumo do carvão devido a um augmento de velocidade do navio.—
Supponha-se que tinhamos um navio cuja velocidade de regimen era de 8 nós por hora, e que, em consequencia de ter mettido caldeiras novas ou de ter soffrido modificação importante na machina, e de usar maior quantidade de vapor nos cylindros, a sua velocidade augmentou a 10 nós por hora; pergunta-se quanto deve augmentar o consumo do carvão, em rasão do augmento de velocidade do navio?

Temos a seguinte proporção:

8<sup>3</sup>:10<sup>3</sup>:: consumo de carvão anterior: consumo presente.

Suppondo que o navio gastava anteriormente 20 toneladas de carvão em 24 horas?

Teriamos:

512:1000::20:x = 39 toneladas

isto é, por mais 2 nós de andamento, o consumo quasi

que duplicava.

Relação entre o consumo do carvão e a extensão de qualquer viagem. — Esta consideração conduz-nos á seguinte regra. O consumo do carvão durante duas ou mais viagens cuja distancia é conhecida, varia na proporção do quadrado da velocidade multiplicado pela distancia caminhada.

Assim, se tivermos achado que durante uma viagem de 1:200 milhas, caminhadas com uma velocidade me-



dia de 10 milhas por hora, o consumo total do carvão foi de 150 toneladas, e se desejarmos saber qual será o consumo em uma viagem de 1800 milhas, com uma velocidade de 8 milhas por hora, calcularemos do seguinte modo:

150 toneladas : consumo pedido ::  $10^2$  milhas  $\times 1200$  milhas :  $8^2$  milhas  $\times 1800$  milhas

d'onde se tira:

$$C \times 100 \times 1200 = 150 \times 64 \times 1800$$

ou..... 
$$C \times 120000 = 17280000$$

e. 
$$C = \frac{1728}{12} = 144$$
 toneladas, consumo pedido.

Se por outro lado quizessemos saber qual deveria ser a velocidade do navio, para que o consumo do carvão na viagem de 1800 milhas não excedesse o seu consumo de 150 toneladas na viagem das 1200 milhas, andando 10 por hora, o calculo far-se-ía do seguinte modo; substituiamos na equação precedente 150 toneladas por C; e  $V^2$  (quadrado da velocidade requerida) por 64, e teriamos:

$$150 \times 100 \times 1200 = 150 \, V^2 \times 1800$$

e..... 
$$V^2 = \frac{1200}{18}$$
 d'onde se tira

 $V = \sqrt{66,66} = 8,15$  milhas por hora.



Os precedentes exemplos mostram claramente a economia alcançada por uma moderada diminuição de velocidade do navio. No caso dos vapores do commercio, como dissemos, a perda de tempo é geralmente objecto muito serio para que se possa admittir uma reducção permanente de velocidade; não acontece porém outro tanto nos navios de guerra, e o judicioso emprego do carvão, do modo por que fica indicado, é de uma vantagem extraordinaria, pois que, com a mesma quantidade póde fazer-se uma viagem muito mais longa; o que não deve porém entender-se quando o navio vae desempenhar uma commissão urgente de serviço, porque então tudo se deverá sacrificar ao maximo andamento do navio.

Uso do panno n'um navio de vapor.— Este facto só tem logar presentemente nos navios de guerra, porque os de commercio só possuem o panno sufficiente para se poderem auguentar no mar em occasião de mau tempo ou de qualquer avaria na machina. Comtudo nos navios de guerra, o emprego do panno é muito importante, porque, sendo uma addição ao poder de impulsão, faz com que por cada nó que o navio segue com a sua ajuda, haja uma economia de combustivel. Por esta rasão as vélas devem sempre empregar-se quando se possa aproveitar o vento, e conforme este for mais ou menos favoravel, o vapor deve empregar-se na machina trabalhando com maior ou menor grau de expansão.

Quando pelo emprego unico do panno o navio adquire uma velocidade moderada de andamento, é mais economico fazer parar as machinas completamente, desligando a arvore do helice dentro do navio das restan-



tes no tunnel, para que o mesmo helice possa trabalhar livremente com o impulso do navio pela reacção da agua.

Se o helice tem caixilho proprio, e o navio tem poço a ré, convem içal-o fóra de agua, descansando-o sobre o convez ou coberta; quando porém esta operação se torna difficil é necessario collocar as abas do helice na direcção dos cadastes; para este fim, costuma a travessa superior do caixilho ter uma especie de linguete, que se conserva levantado na occasião em que a machina funcciona, e que se deixa caír em uma ranhura ou caixa que tem a aba do helice para o travar na posição propria.

Comprehende-se que o que fica dito só tem logar para os helices de duas abas e de caixilho movel; no caso porém de não ter caixilho, então costuma haver dentro do navio, em uma das uniões da arvore geral, uma marca pela collocação da qual se sabe quando as abas estão na direcção dos cadastes.

Quando o navio faz unicamente uso do panno, não havendo certeza do numero de dias que aquellas condições poderão durar, convem não apagar completamente os fogos nas fornalhas das caldeiras. N'este caso chega-se o fogo a ré, e conservam-se as caldeiras sempre com algum vapor, e tudo em condições de em pouco tempo poder-se activar o fogo, e gerar vapor em condições de começar a funccionar com a machina.

O engenheiro deve aproveitar este interregno para proceder a quaesquer pequenos arranjos, que em geral sempre se tornam necessarios fazer na machina depois d'ella ter funccionado durante um certo tempo.



#### VI

#### **PROPULSORES**

Os propulsores empregados para darem movimento aos navios de vapor são as rodas de pás e o helice.

Rodas de pás.—A origem d'estas rodas remonta, segundo dados historicos, ao tempo dos romanos, pois que foi por meio d'este propulsor, posto em movimento por manejos servidos por bois, que elles transportaram a sua armada á Sicilia.

Em epochas menos remotas as rodas de pás foram tambem empregadas por differentes vezes e do mesmo modo, em alguns paizes; porém a verdadeira epocha em que este propulsor appareceu definitivamente na industria, foi quando o empregaram nas primeiras machinas de vapor applicadas á navegação.

Estas rodas consistem n'uma serie de pás dispostas a certa distancia em volta de um eixo a que se dá o nome de arvore principal, e que recebe movimento de rotação da machina de vapor. As pás, estando ligadas a este eixo por meio de raios, movem-se com elle e vem a pouco e pouco tomar um ponto de apoio na agua, não absoluto como em terra, mas relativo, sendo comtudo sufficiente para imprimir ao navio um movimento progressivo no mesmo sentido.



Em consequencia do ponto de apoio imperfeito que as pás encontram na massa liquida, ellas não imprimem ao navio senão uma parte da sua velocidade e do seu trabalho motor.

Recuo.—É em todos os propulsores a differença entre a sua velocidade e a do navio; porque o propulsor, procurando um ponto de apoio na massa liquida, esta, pela mobilidade das suas molleculas, cede á pressão do propulsor.

Assim, se a velocidade do propulsor for de 5 metros por segundo, e a do navio 3,5 no mesmo tempo,

o recuo será

$$5 - 3.5 = 1.5$$
 metros.

**Pressão das pás.**— Em movimento na agua, a pressão é proporcional á sua superficie e ao quadrado da sua velocidade effectiva.

A velocidade calcula-se ao centro de pressão das pás, isto é, no ponto pelo qual passa a resultante de todas as forças que operam sobre a massa liquida.

Centro de pressão. — É praticamente o ponto tomado sobre a pá aos dois terços, segundo uns constructores, ou ao meio, segundo o mais geralmente seguido, da sua largura a contar do bordo interior.

Assim, uma roda tendo 4 metros de diametro exterior com pás de 0<sup>m</sup>,60 de largo, o seu diametro ao centro de pressão será:

$$4^{\rm m} - 0.60 = 3^{\rm m},40$$

Velocidade da roda. — É o producto da circumferencia do seu circulo de pressão, pelo numero de rotações por minuto. Assim, a roda do exemplo prece-



dente, tendo de diametro no centro de pressão 3<sup>m</sup>,40, terá de circumferencia 11<sup>m</sup>,30; e se suppozermos que ella dá 42 voltas por minuto, a sua velocidade será:

$$V = 11^{\text{m}}, 30 \times 42 = 474^{\text{m}}, 6$$
 por minuto ou  $474, 6 \div 60 = 7^{\text{m}}, 9$  por segundo.

Representando por V, a velocidade do navio em agua morta, e por v, a velocidade das pás ao seu centro de pressão, a differença entre estas duas velocidades, entrando como elemento no calculo da pressão das pás na agua, será n = V - v

Deve tudo combinar-se de modo, que esta velocidade n seja igual a  $V \times 1,5$ , isto é, que a velocidade das rodas ao centro de pressão das pás seja proximamente superior de metade á do navio.

Trabalho motor effectivo de uma roda. — Sendo a pressão da agua de 55 a 60 kilogrammas por metro quadrado de superficie, e proporcional ao quadrado da velocidade, o trabalho motor effectivo de uma roda de pás é dado pela seguinte formula:

$$T = 60 S (n - V)^2 n y$$

da qual se tira a superficie das pás actuando ao mesmo tempo:  $S = \frac{T}{60 \ (n-V)^2 \ n \ y}$ 

As letras têem as seguintes significações:

T— trabalho effectivo da roda em kilogrammetros; S— superficie em metros das pás immergidas, actuando ao mesmo tempo;

n — velocidade em metros por segundo, da roda ao seú centro de pressão;

V— velocidade do navio em metros por segundo; y — coefficiente cujo valor varía de 0,30 a 0,70.

Exemplos:

1.° — Achar o trabalho motor de uma roda de pás nas seguintes condições: pertencendo a roda a um navio cuja velocidade em agua morta dever ser  $V = 5^{\rm m}, 55$ , a velocidade da roda no seu centro de pressão  $n = 8^{\rm m}, 88$ , e a superficie das pás actuando ao mesmo tempo na massa liquida,  $S = 2^{\rm m2}, 40$ , e tomando o coefficiente y = 0,65, a formula dará:

$$T = 60 \times 2^{m^2}, 40 \times (8,88-5,55)^2 \times 8,88 \times 0,65$$
  
= 9217 kilogrammetros para uma roda

ou  $9217 \times 2 = 18434$  k. m. para as duas rodas, o que corresponde

a 
$$\frac{28434}{75}$$
 = 244,5 cavallos

 $2.^{\circ}$  — Supponha-se agora que nos era dado o trabalho motor a que as rodas tinham que satisfazer T=18434 kilogrammetros para dividir entre ellas, e que a velocidade das rodas ao centro de pressão deveria ser  $n=8^{\rm m},88$  por segundo, devendo o navio ter uma velocidade  $V=5^{\rm m},55$ .

A superficie a dar ás pás actuando ao mesmo tempo seria

$$S = \frac{18434}{60 \times (8,88 - 5,55)^2 \times 8,88 \times 0,65} = 4^{\text{m}2},80$$
 ou  $2^{\text{m}2},40$  para cada uma das rodas.



Se em logar de duas pás de cada lado, estiverem em acção uma só pá e dois terços de outra, a superficie de cada pá deverá ser 1<sup>m2</sup>,44.

A rasão entre o comprimento e a largura de uma pá é regularmente 6:1.

No caso do exemplo antecedente, em que a superficie de cada pá fosse de 1<sup>m2</sup>,44, as suas dimensões seriam 2<sup>m</sup>,9 de comprido por 0<sup>m</sup>,5 de largo

pois: 
$$2.9 \times 0.5 = 1.45$$
.

O coefficiente y, empregado n'estas formulas, designa o trabalho util das rodas, pois que geralmente nenhum agente mechanico, utilisa mais do que uma fracção da força motora que lhe é transmittida.

Como principio, a superficie das pás depende da velocidade que se lhe quer imprimir, e a regra é que esta deve ser maior de 0,25 a 0,50 da velocidade do navio.

Immersão das pás. — Sendo muito variavel, em consequencia da carga do navio, do seu movimento ou balanço, etc., não póde ser calculada senão em relação a uma carga media que não possa ser reduzida ou excedida sem grande inconveniente para o andamento do navio.

Mr. R. Murray apresenta a seguinte tabella da immersão das pás, a contar do seu bordo interior:

Grandes navios de alto mar	0 <sup>m</sup> ,34 a 0 <sup>m</sup> ,42
Pequenos navios	0,24 a 0,36
Barcos navegando em rios	

Estes números, que são applicados no caso de andamento do navio com carga media, são comtudo bas-



tante inferiores para os barcos navegando em rios, e podem ser augmentados com vantagem na pratica.

Diametro da roda. — Depende da velocidade que se quer imprimir ás pás em relação á velocidade da machina. Quanto maior for o numero de revoluções, menor será o diametro da roda e vice-versa; por esta rasão, para os navios de grande velocidade, é conveniente fazer as rodas de menor diametro para permittir ás machinas trabalharem com mais rapidez, sendo então vantajoso fazer as rodas de vibração ou de pás articuladas para obviar á perda de força pela acção obliqua das pás fixas.

Numero de voltas da roda. — Para que as pás attinjam a velocidade requerida, obtem-se o numero de voltas dividindo a velocidade das pás pela circumferencia desenvolvida da roda.

*Exemplo*. — Seja de  $8^{m}$ ,88 por segundo a velocidade das pás de uma roda, cujo diametro entre o centro de pressão é  $D = 3^{m}$ ,64.

O numero de revoluções n, que a machina deverá imprimir-lhe, será

$$n = \frac{8,88}{3.64 \times 3,14} = 0,768$$

de volta por segundo

ou  $0.758 \times 60 = 46$  voltas por minuto.

Formulas de mr. Molesworth.—Com respeito a rodas de pás apresenta as seguintes, que julgâmos de bastante interesse.



# Navios com machinas de rodas. -- Seja:

V — velocidade do navio em nós por hora;

T — força da machina em cavallos indicados;

S — secção maxima immergida do navio em pés quadrados

Temos: 
$$V = \sqrt[3]{\frac{x F}{S}}, \quad F = \frac{V^3 S}{x}$$

x — coefficiente que tem os seguintes valores:

460 — para pequenos barcos destinados a pequenas velocidades;

650 — pequenos barcos com fórmas finas;

560 — navios com pequena velocidade;

800 — navios grandes com fórmas finas.

# Diametro da roda de pás.—Seja:

D — diametro exterior da roda de pás;

d — diametro do circulo ao centro de pressão das pás;

V — velocidade do navio em nós por hora;

v — velocidade do navio em milhas por hora;

R — numero de revoluções da roda por minuto.

$$d = \frac{32,25 \, V}{B}$$
 ou  $d = \frac{28 \, v}{B}$ 

$$D = \frac{45 V}{R}$$
 ou  $D = \frac{39 v}{R}$ 

$$R = \frac{45 \, V}{D}$$
 ou  $R = \frac{39 \, v}{D}$ 

O diametro das rodas de pás varia desde tres vezes o passeio do embolo para navios de pequena marcha,



até 5 vezes o mesmo passeio para os de maior velocidade.

# Area ou superficie das pás. — Seja:

D — diametro da roda de pás em pés;

A — area de uma pá em pés quadrados;

F — força total da machina em cavallos indicados;

L — comprimento da pá em pés.

Temos:  $A = \frac{F}{D}$ , para navios ordinarios;

 $A = \frac{0.75 F}{D}$ , para navios de grande velocidade;

L = 0.6 A, para navios ordinarios;

L = 0.7 A, para navios de grande velocidade.

Distancia de uma a outra pá:

2,25 pés, para navios de grande velocidade;

· 3,00 pés, para navios ordinarios.

Sendo as rodas de pás moveis ou articuladas, a distancia regula de 4 a 6 pés.

Immersão das pás.—Para grandes navios, 18 a 20 pollegadas de agua sobre a aresta interior da pá, quando vertical.

Em pequenos navios 12 a 15 pollegadas.

Em navios para andar em rios, 2 pollegadas.

#### Numero de pás immergidas.



#### Recuo das pás.—Seja:

A — comprimento do arco da parte immergida da roda;
 C — comprimento da corda do arco immergido (exterior);

S—recuo da roda.

Temos:  $S = \frac{2(A-C)}{A}$  para pás fixas.

$$S = \frac{4.5 (A - C)}{A}$$
 para pás moveis.

Approximadamente o recuo das pás radiaes ou fixas, é igual a 20 por cento, e das pás moveis, 15 por cento tomados na circumferencia exterior.

Helice.— O helice empregado nos differentes usos domesticos ou industriaes, como orgão mechanico, parece ter sido conhecido na antiguidade; no emtanto só no anno de 1752, é que apparece pela primeira vez proposto por Bernouille para a propulsão dos navios. O projecto de helices lateraes e immergidos, tendo a fórma de vélas de moinho, foi premiado pela academia franceza.

Mais tarde appareceu uma grande quantidade de inventores com a mesma idéa. Mrs. Paris e Bourne enumeram 123 propostas principaes feitas em 1851.

No emtanto, apesar de todas estas invenções e propostas, parece que só depois de 1824, é que na America, o helice começou a ser applicado com alguma pequena vantagem na propulsão.

Em 1840, mr. Sauvage, constructor naval em Bolonha, propoz ao ministerio a applicação do helice de filete cheio, chamado *helice-Smith*. Smith era apenas



um simples rendeiro em Midlessex, e quando Sauvage propoz a applicação do helice por elle inventado, já em Inglaterra tinham havido diversas experiencias sobre o canal de Paddington, até que as do vapor *Rattler* tiveram logar com feliz exito em 1842.

Os inglezes olham Smith como o primeiro auctor da applicação do helice á navegação, e n'esta crença foilhe votada uma recompensa nacional. Mas se Smith não foi o primeiro inventor da applicação do helice á navegação, foi incontestavelmente elle o primeiro que tirou verdadeiros resultados da sua applicação na Europa, e foi desde esta epocha, 1842, que o helice começou a ser applicado, e que as differentes innovações, vindo aperfeiçoal-o, o tornaram um verdadeiro propulsor.

O helice, considerado na sua mais simples expressão, não é mais do que um parafuso de um ou mais fios de rosca que, pelo seu movimento de rotação, enrosca na agua como um parafuso na sua porca fixa, sendo por conseguinte obrigado a avançar, impellindo diante de si os corpos que resistem ao seu movimento progressivo.

A agua tem por característico a mobilidade das suas molleculas; porém se nós fizermos, a exemplo das rodas de pás, mover o helice com uma velocidade conveniente, o seu filete ou espira achará na massa liquida um ponto de apoio, apesar de incompleto, para avançar, como effectivamente faz, o parafuso na sua porca fixa.

Os primeiros helices que se empregaram eram de filete cheio e de uma ou mais espiras; porém depois, primeiro o acaso, e em seguida a experiencia e o calculo dos differentes engenheiros, fez descobrir que, vasando certa porção d'esta espira, particularmente

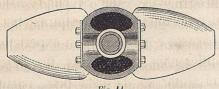


proximo ao seu centro de rotação, dava logar a escapar-se a agua com menos esforço, dando em resultado o utilisar-se uma maior quantidade de força motora para o andamento do navio. D'este modo chegou-se finalmente á construcção de helices que pouco se assimilham á sua fórma primitiva, isto é, á de um parafuso, mas sim com muita approximação, á de vélas de um moinho de vento de superficies helicoidaes.

Assim o helice, tal como hoje se emprega na propulsão dos navios, consiste em duas ou mais abas de superficie helicoidal, collocadas em volta de um eixo horisontal, movendo-se rapidamente no meio da agua.

Variedades de helices. — Apesar da grande variedade de helices até hoje empregados com mais ou menos exito, não póde dizer-se ainda ao certo qual será definitivamente a melhor fórma a empregar. Este problema não está ainda completamente resolvido, porque ainda hoje se fazem tentativas e experiencias, que bem mostram que este propulsor não attingiu o verdadeiro grau de perfeição que seria para desejar, e de que talvez é susceptivel, rasão por que os dados para a sua construcção, não estão ainda estabelecidos de uma maneira certa e invariavel.

Helice de duas abas.—É este o typo de helice mais geralmente empregado nos navios de guerra; tem as abas em fórma de pera, e o centro ou cubo em fórma de esphera, Helice Griffth (fig. 11).







Esta fórma de helice tem a vantagem de se lhe poderem collocar as abas verticalmente na direcção do cadaste, embaraçando d'esta fórma muito pouco o andamento do navio quando se quer unicamente fazer uso do panno, e tambem a de poder tirar-se fóra da agua e içar-se para o convez para ser examinado. Para este fim, porém, precisa o navio ter um poço aberto no vivo entre os dois cadastes a ré, o que é um grande inconveniente pelo espaço que rouba ao navio n'este sitio.

Mr. Maudslay, e ultimamente mr. Bevis, inventaram o helice de duas abas moveis por meio de um pequeno machinismo existente na esphera central, o qual, posto em movimento de dentro do navio, por meio de um eixo que atravessa interiormente a arvore do helice, faz mover as abas e collocal-as no passo que se queira, até ao passo infinito, que é o de que se faz uso, quando as pás se fixam verticalmente na direcção do cadaste para o navio fazer uso do panno.

Esta disposição tem por fim evitar o fazer o poço entre os cadastes e tambem o poder dar ás abas do helice o passo que se julgar mais conveniente para o melhor andamento do navio. Tem porém o grave inconveniente de todos os machinismos debaixo da agua que se não vêem, nem podem examinar, podendo acontecer que, se uma circumstancia qualquer inutilisa ou embaraça o seu movimento, o navio fique privado do seu propulsor até que possa entrar em doka secca.

Helice Magin.—É este o typo do helice de que são providos uma grande parte dos navios de guerra da marinha franceza; têem quatro ou seis abas direitas, constituindo cada duas com o seu cubo um helice independente, de modo que por meio de um simples machi-



nismo, se o helice tem seis abas, ellas vem collocar-se todas na mesma linha, destorcidas umas pelas outras, ou abrem em fórma de leque. Por conseguinte, quando o navio quer fazer uso do panno, o primeiro helice fixo de duas abas vem collocar-se verticalmente na direcção do cadaste, e em seguida o outro, ou outros se são tres, movendo-se, vem tomar a mesma direcção, ficando as abas todas destorcidas.

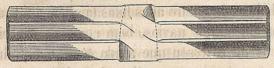
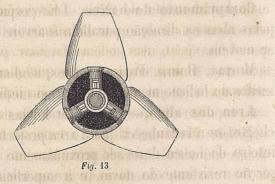


Fig. 12

A adopção d'este systema de helice tem por fim evitar a abertura do poço para o içar fóra de agua.

Helice de tres abas. — É o typo quasi exclusivamente adoptado nos navios de commercio, e n'estes, em que o panno é apenas um auxiliar, servindo quasi que só para aguentar o navio no caso de mau tempo ou avaria; o helice é fixo e o navio não tem poço.



A forma d'este helice é a que se vê na fig. 13 com pequenas modificações, que se resumem em o cubo



ter a fórma espherica mais ou menos oblonga, e as abas serem rectas ou terem um pouco curvas as pontas, que podem ser mais ou menos agudas.

Este typo de helice é o que tende a generalisar-se e tem vantagem sobre o de duas abas, não só por ter sempre duas em acção na agua, quando a terceira passa na direcção do cadaste, mas tambem porque se por um acaso uma aba se parte, ficam ainda duas que melhor podem aproveitar a força de propulsão.

Os helices de quatro abas fixas tambem ainda se empregam em muitos navios, bem como na America do Norte os de Ericsson que ainda têem maior numero de abas, porém com uma disposição differente.

Diametro do helice. — É limitado ao maximo pelo tirante de agua do navio.

Como principio admitte-se que o helice deve ter todo o diametro permittido pelo tirante de agua, sendo a sua immersão media abaixo da superficie do liquido de  $0^{m}$ , 30 a  $0^{m}$ , 50.

É portanto esta a dimensão que primeiro temos a a determinar.

Comprimento do helice.—É o espaço occupado pelas abas na direcção parallela á arvore em que ellas se movem.

Murray, Bourn, París e outros, avaliam o comprimento do helice em um sexto, termo medio, do passo.

Area das abas.—Depois de longas experiencias chegou-se a reconhecer que a area projectada do disco inteiro do helice deve ser proximamente um terço da secção resistente do navio, e a superficie projectada das abas, ser tambem proximamente um terço da projecção total do disco, ou um nono da secção resistente



do navio, isto é, sendo dada a projecção total do disco inteiro do helice sobre um plano perpendicular ao eixo, os vãos entre as abas do helice, deverão occupar os dois terços d'este disco, e a superficie projectada das abas o outro terço.

A superficie de cada aba e de cada vão ou abertura, depende do seu numero. Se o helice tem duas abas, a superficie cheia igual ao terço do disco dividir-se-ha entre as duas sómente; se o helice tem seis abas, a superficie cheia deverá repartir-se em seis partes.

Quanto á superficie desenvolvida, depende da inclinação das abas ou do passo do helice.

Passo do helice. — O passo do helice mede-se ou avalia-se da mesma fórma que o passo de rosca de qualquer parafuso. É a distancia de centro a centro da mesma espira, depois de ter completado uma volta em torno do cylindro que lhe serve de eixo.

Por isso o passo n'um helice, não é a distancia de uma a outra aba; para se avaliar é preciso suppor a espira acabada, da qual a aba não é mais do que uma fracção.

É do comprimento do passo, multiplicado pelo numero de revoluções em um tempo dado, que depende a velocidade do navio dentro de certos limites.

Se pois um helice tiver de passo p=4 metros e uma velocidade v=2 voltas por segundo, o navio deverá ter um seguimento de  $p \times v$  ou  $4 \times 2=8$  metros por segundo, isto no caso de toda a velocidade do propulsor ser utilisada, o que não é assim, por causa do recuo, como acontece nas rodas de pás.

O comprimento do passo determina a inclinação das abas. Esta inclinação é geralmente de 30 a 40 graus,



o que se obtem fazendo o passo de 1,25 a 1,80 o diametro do disco do helice. Tudo prova que a inclinação das abas, dentro d'estes limites, tem sobre a massa liquida um ponto de apoio conveniente.

A media de um grande numero de navios francezes dá a proporção de 1,80 emquanto que a mesma media em navios inglezes, dá 1,25 a 1,40.

Velocidade.— A velocidade é uma das condições indispensaveis para que o helice tome convenientemente o seu ροπτο de apoio na massa liquida. E com effeito, a agua resistiria sem duvida pela sua inercia, como um solido, se a rotação do propulsor se podesse tornar tão rapida, que a agua não tivesse tempo de ceder á sua pressão, pois que a resistencia de um liquido em deslocar-se para dar passagem a um corpo solido, cresce com o quadrado da velocidade. Ha, portanto, theoricamente vantagem em accelerar a velocidade do helice, conservando ao seu passo um comprimento moderado; os inconvenientes praticos, porém, fazem com que a velocidade se conserve dentro de certos limites.

A velocidade media de rotação do helice póde no emtanto tomar-se em 150 a 200 voltas por minuto para os pequenos barcos, 70 a 80 para navios maiores, descendo de 55 a 45 voltas para os motores de mais de 600 cavallos nominaes.

**Recuo.**—Galloway assegura que é preciso contar com um recuo medio igual a  $^{1}/_{5}$  do passo ou 0,2, de sorte que o melhor helice não utilisa mais dos quatro quintos ou 0,8 da sua velocidade.

Dado pois um helice de 6 metros de passo, elle não fará seguir ao navio mais do que  $6 \times 0.8 = 4^{\text{m}}.8$  por cada revolução.



A maior parte dos constructores comtudo não dão mais de 65 a 75 por cento, do maximo de effeito util ao helice.

Para segurança dos calculos será bom tomar como coefficiente k = 0.65.

Para achar o passo p, do helice, quando se conheça a velocidade v, a imprimir ao navio, e o numero n, de revoluções que o helice deve dar, Galloway estabelece a seguinte formula:

$$p = \frac{v + (v \times k)}{n}$$

Exemplo. Qual será o passo do helice que dando 90 voltas por minuto, imprima ao navio uma velocidade de 300 metros no mesmo tempo ou 5 metros por segundo?

Temos:

$$p = \frac{5 + (5 \times 0.65)}{\binom{90}{60}} = 5^{\text{m}}, 5 \text{ passo do helice.}$$

O numero de revoluções do helice deduz-se da formula anterior, sendo:

$$n = \frac{v + (v \times k)}{p}$$

Exemplo. Servindo-nos para este exemplo dos dados anteriores.

Teremos:

$$n = \frac{5 + (5 \times 0.65)}{5^{\text{m}},5} = 1.5$$

voltas por segundo ou  $1.5 \times 60 = 90$  voltas por minuto.



Se, conhecendo o passo do helice, o numero de revoluções por minuto ou segundo e o seu coefficiente de força util, quizessemos saber qual seria a velocidade do navio, poderiamos obtel-a pela seguinte equação:

$$(p n) = (k v) + v$$

*Exemplo*. Tendo as letras os valores dos exemplos antecedentes.

Teremos:

$$(5,5 \times 1,5) = (0,65 \times v) + v$$

d'onde se tira

$$8,25 = (0,65 \times v) + v$$

ou 825 = 165 v, e  $v = \frac{825}{165} = 5$  metros por segundo ou 300 metros por minuto.

Appliquemos as regras que ficaram estabelecidas a um navio.

Exemplo. Sendo-nos dado um navio, cuja secção maxima immergida seja S = 18 metros quadrados, a velocidade exigida de andamento v = 5 metros por segundo, e cujo tirante de agua sejam  $3^{m}$ ,4, teremos:

1.º Diametro do helice.—A fim de o deixar mergulhado de 0<sup>m</sup>,50, o seu diametro não deverá exceder

$$D = 3^{\text{m}}, 4 - 0^{\text{m}}, 50 = 2^{\text{m}}, 90$$

2.º Superficie de projecção total.—A superficie de projecção do disco inteiro do helice, devendo



ser um terço da secção resistente do navio, será de:  $18 \div 3 = 6$  metros quadrados, a cuja area corresponde o diametro de  $2^{m}$ ,77.

Logo, tomando a média entre os dois diametros, teremos por diametro effectivo do helice

$$D = 2^{\text{m}}, 85$$

3.º Passo do helice.—Se o fizermos igual a 1,50 do diametro, será:

$$p = 2.85 \times 1.50 = 4^{\text{m}}.30$$
 proximamente.

4.° Comprimento do helice. — Sendo um sexto do passo, será:  $4^{m}.30 \div 6 = 0^{m}.72$ 

5.º Superficie de projecção das abas. — Devendo ser um terço da area total do disco, será de:

$$6^{m2}$$
,  $\div 3 = 2$  metros quadrados.

Se o helice tiver duas abas, cada uma terá 1 metro quadrado de superficie de projecção; se tiver 3 abas,  $0^{m^2},6666$ ; e se tiver 4 abas,  $0^{m^2},50$ .

Resta-nos pois determinar a velocidade do helice. Sendo a velocidade pedida ao navio de 5 metros por segundo ou 300 metros por minuto, e sendo o passo do helice 4<sup>m</sup>,30, achar-se-ha, avaliando o recuo em 0,35, que elle deverá dar por minuto.

6.º Numero de rotações.

$$n = \frac{300 + (300 \times 0.65)}{4.30} = 115$$

Finalmente, a força util a pedir ao motor, obterse-ha multiplicando o trabalho resistente do navio pelo coefficiente de força util, que o constructor não deverá avaliar em mais de K = 0.65.

Logo, sendo o trabalho resistente d'este navio de 216 cavallos (pag. 98), para que o seu andamento seja de 5 metros por segundo, bastará collocar-lhe uma machina de vapor da força de

 $\frac{216}{0.65}$  = 332 cavallos dando de 100 a 115 voltas por minuto.

Recuo negativo. — Diz-se que o recuo do helice é negativo, quando o navio tem maior velocidade de andamento do que aquella que lhe seria imprimida pelo helice, se este aproveitasse toda a sua velocidade, isto é, do que aquella que teria, imaginando que elle se movia em um corpo solido.

Quando isto aconteça, o que póde ter logar por differentes causas, sobretudo por aquella em que o navio, navegando á véla, tenha mais andamento do que o obtido pelo helice, então o engenheiro, conhecendo que o trabalho d'este em nada augmenta o andamento do navio, deve fazer constar esta circumstancia ao commandante, para fazer cessar o trabalho da machina, e collocar o helice em posição conveniente.

Achar o passo que corresponde á aba de um helice. — Esta operação baseia-se sobre o seguinte problema de geometria: — se uma linha representar a circumferencia do disco de um helice, e outra o passo, e se com estas duas linhas formarmos um angulo recto pertencendo a um triangulo rectangulo, a hypote-



nusa d'este triangulo, será o comprimento da espira do helice tomado na sua aresta.

Meça-se pois o diametro exterior do helice, e ache-se a circumferencia do disco, meça-se depois o comprimento da aresta de uma das abas, e esta medida será uma porção da hypotenusa do triangulo: em seguida, meça-se a distancia a que um dos anguios da aba está do outro na linha do eixo, e isto será uma porção do passo do helice, e por conseguinte do lado do triangulo. Feito isto, subtraia-se do quadrado da parte achada da hypotenusa, o quadrado da parte do lado achado, e extraia-se a raiz quadrada ao resto, fazendo depois a seguinte proporção.

O resultado achado, está para o comprimento da circumferencia do disco do helice, como a porção do passo que se mediu, para o passo completo, que n'este caso é x.

. Exemplo. Temos um helice com as seguintes dimensões:

Diametro exterior	4 <sup>m</sup> ,0
Comprimento da aresta de uma aba	
medida na sua periferia	1 <sup>m</sup> ,5
Distancia linear entre os dois angulos	
da mesma aba no seu extremo, me-	
dida na direcção do eixo	$0^{m}, 7$

Teremos:  $\sqrt{(4.5)^2 - (0.7)^2} = 1,327$ 

 $4 \times 3,1416 = 12^{m},57$  circumferencia do disco e  $1,327:12,57::0,7:x=0^{m},6$  passo requerido.

Materia do helice. — O helice deve ser sempre de um metal em relação com o do casco do navio, ou



o seu forro, isto é, se o casco for de ferro; o helice deverá ser de ferro fundido, se o casco é de madeira forrado de cobre, então o helice será de bronze.

O ferro e o bronze empregados nos helices deve ser doce, malleavel e tenaz, a fim de não partir facilmente com os choques.

Formulas de Mr. Malesworth. — São as seguintes com respeito ao helice.

## Velocidade do navio. — Seja:

F-força total indicada da machina.

V = velocidade do navio em nós por hora.

S = secção maxima immergida do navio em pés quadrados.

D = deslocamento em toneladas.

$$V = 0.5 \left( \sqrt[3]{\frac{x F}{S}} + \sqrt{\frac{k F}{\sqrt[3]{D^2}}} \right)$$



Os valores de k foram deduzidos de grande numero de cuidadosas experiencias em differentes navios, sendo:

$$x = \frac{V^3 S}{F}, \quad k = \frac{V^3 \sqrt[3]{D^2}}{F}$$

### Velocidade do helice. - Seja:

V = velocidade do helice em nós por hora.

v = velocidade em milhas por hora.

P == passo do helice em pés.

R == numero de revoluções por minuto.

$$V = \frac{PR}{401} \qquad v = \frac{PR}{88}$$

$$P = \frac{401 \ V}{R} \qquad R = \frac{401 \ V}{P}$$

N'estas formulas não entra em linha de conta o recuo que varia de 10 a 30 por cento.

Passo do helice. — O passo do helice varía com o raio do circulo descripto pelo helice, em relação á secção mestra de immersão do navio.

Rasão entre o disco do helice e a secção immergida, sendo	6	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2
Será a rasão entre o diametro e o passo do helice 1 para		1,02	1,11	1,2	1,27	1,31	1,4	1,47

Isto para helice de duas abas. Para os helices de quatro abas, multiplica-se a rasão entre o passo e o diametro dado por 1,35.



Comprimento do helice. — Um sexto do diametro.

Dados praticos de mr. Allan sobre o helice. Nos helices fixos, geralmente empregados nos navios de commercio, o furo do cubo costuma ter uma inclinação de 3/4 a 7/8 de pollegada por pé de comprimento, e ser seguro sobre a arvore por meio de um cavallete longitudinal apertando perfeitamente tanto de lado como superiormente no escatel do cubo. No extremo da arvore enrosca uma porca que apertando a sua face no topo do cubo do helice completa a fixagem d'este sobre a mesma arvore. Para evitar que a porca possa alliviar com o movimento do helice, segura-se por meio de uma cbaveta que, atravessando o extremo da arvore, veste em uma pequena ranhura feita na face exterior da porca; esta chaveta costuma ter um troço de cobre ou ser atracada por meio de uma braçadeira. Algumas vezes tambem se emprega uma contraporca, em logar da chaveta.

As dimensões do cavallete devem estar de accordo com a seguinte formula:

Sendo: C = comprimento; L = largura; D = diametro da arvore; $0.38 \times D^2 = C \times L$ 

Se a largura L for igual a 0,25 D, teremos C = 1,5 D. A altura d'este cavallete deverá ser 0,7 L, sendo metade embebido na arvore e a outra metade aberta no cubo do helice.



Espessura das abas do helice.—Sendo o helice de ferro fundido, a espessura da aba junto ao cubo deve ser tal, que no seu prolongamento até ao centro da arvore, ella tenha a espessura dada pela seguinte formula:

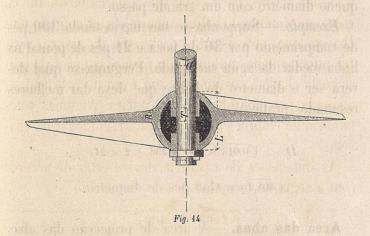
$$T = \sqrt{\frac{D^3 \times 5}{C \times N}}$$

T = espessura da aba no centro da arvore.

D = diametro da arvore.

C == comprimento da aba em pollegadas no ponto de juncção com o cubo e na direcção parallela ao eixo da arvore.

N = numero de abas do helice (fig. 14).



Exemplo. — Temos uma arvore com 9 pollegadas de diametro, o numero de abas do helice são 4, e o comprimento das mesmas junto ao cubo 27 pollegadas, que espessura se lhe deverá dar na linha do eixo da arvore?

$$E = \sqrt{\frac{9^3 \times 5}{27 \times 4}} = \sqrt{\frac{3645}{108}} = 5.8$$
 pollegadas.



Diametro do helice. — Sendo dado o comprimento bôca, e a dimensão da linha de agua do navio quando carregado, o diametro do helice deverá ser:

$$D = \sqrt{0.013 \times C \times (L + 2P)}$$

C = comprimento do navio entre prependiculares.

L = bôca ou largura.

P — altura ou pontal na linha media da agua quando carregado.

A verdadeira efficiencia de um helice, está mais no seu maior diametro e menor passo do que n'um pequeno diametro com um grande passo.

Exemplo. — Supponha-se um navio tendo 300 pés de comprimento por 36 de bôca e 21 pés de pontal na linha media da agua carregado. Pergunta-se qual deverá ser o diametro do helice que deva dar melhores resultados praticos?

$$D = \sqrt{0.043 \times 300 \times (36 + 2 \times 21)} = \sqrt{304.2} = 47.43$$
 pés de diametro.

Area das abas.—A area de projecção das abas sobre um plano transversal ao eixo do helice não deve exceder 0,25 da area total do circulo tendo por diametro o helice de um extremo a outro das abas, menos a area do circulo projectado pelo cubo.

Se se exceder muito esta proporção, a agua terá difficuldade em desembaraçar-se das abas do helice no seu movimento de rotação.



Passo do helice. — Deduz-se da velocidade que o navio deve ter, assim, se o seu andamento for calculado para 12 milhas por hora ou

$$12 \times 6080$$
 pés  $= 72960$  pés

ou seja por minuto

$$72960 \div 60 = 1216$$
 pés.

Se o numero de rotações da arvore da machina forem 80 por minuto, o passo do helice, sem ter em conta o recuo deverá ser

$$p = 1216 \div 80 = 15,2$$
 pés.

Este resultado deve ser augmentado de uma quantidade proporcional ao recuo, ou seja no presente caso 1,8 pés, o que dará para passo effectivo do helice

$$p = 15,2 + 1,8 = 17$$
 pés.



Passo die tradición de de la companya de la companya de servicio de la companya del companya de la companya de la companya del companya de la companya del companya de la companya de la companya de la companya del companya de la companya del companya del companya de la companya del company

730, 0000 per 22000 sc. 21

est analyzación exercia al represent ab conque a cel represent mas contratos los camajos columnos majobs mo

the resuments there exceptioned the unapplicate to the proportional of the entering the second cashs and the second cashs and the second cashs are second cashs.

married above of employed Laterage of a

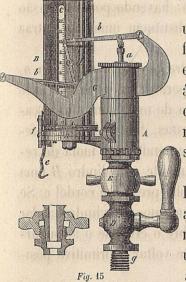
Bakha anten samangan semangan anten ketan ketan dalam Bahasan ketan samangan mengan keradan pan ketan ketan antan

The William Continues and the continues of the state of the continues of t

FUNDACIÓN JUANELO

### an observe our same difficulty VII (a)

#### INDICADOR



Este instrumento, hoje tão usado nas machinas de vapor, foi inventado por Watt e por elle guardado em segredo até á sua morte; a perfeição e excellencia de trabalho que as machinas têem attingido devese-lhe em grande parte.

O emprego de maiores velocidades de embolo, de mais altas pressões do vapor e de maiores graus de expansão ultimamente adoptados, tem augmentado muito a impor-

tancia do indicador, tornando-se este por assim dizer o companheiro inseparavel do engenheiro, pois que é só por meio d'elle que se póde tornar familiar com a acção e trabalho do vapor n'estas circumstancias.

O instrumento que conhecemos mais perfeito n'este genero é o indicador de mr. Richard, representado pela gravura junta. Compõe-se de um pequeno cylindro A, dentro do qual existe um embolo ligado á haste a, cuja cabeça communica com o jogo de alavancas b b, que formam um parallelogrammo, tendo no centro d um bocadinho de arame que serve de lapis ou estilete.



O embolo do pequeno cylindro A, communica pela parte inferior com a torneira D, da qual a espiga de rosca g, se adapta ao furo ou tubuladura que existe na tampa ou fundo do cylindro da machina de vapor sobre a qual se quer collocar o indicador; a parte superior do pequeno embolo é actuada por uma mola espiral, cuja força é graduada em relação á pressão do vapor sob a qual a machina funcciona; havendo por esta rasão differentes molas que se substituem umas ás outras conforme as exigencias.

Ligado ao pequeno cylindro por meio da chapa n, existe um outro B, aberto superiormente, tendo na face exterior uma chapa em fórma de mola com uma escala graduada em uma das arestas, dentro do qual inferiormente, existe um outro contendo uma mola de relogio. Serve de base externamente ao cylindro B uma roda de gavea f, aonde se acha preso um cordel e. Se puxarmos esse cordel, obrigaremos o cylindro a dar uma volta quasi completa sobre o eixo, se o afrouxarmos o cylindro desandará até voltar á primitiva posição.

A peça C, que sustenta o parallelogrammo formado pelas hastes b b d, girando sobre o cylindro A, póde afastar-se ou chegar-se ao cylindro B, aonde se enrola o papel sobre o qual se pretende traçar o diagramma. Para este fim póde tirar-se o cylindro do seu logar puxando-o para cima verticalmente; dobrando-se depois uma das bordas do papel, obriga-se este a vestir no cylindro, passando ambas as bordas pela ranhura feita ao centro da chapa de mola e, feito o que se enfia outra vez o cylindro no seu logar, e o instrumento acha-se prompto a ser collocado sobre a machina, da



qual pretendemos saber o trabalho produzido pelo vapor e o modo por que este funcciona.

Fazendo uso do indicador em qualquer machina, deve procurar-se fixal-o o mais proximo possivel do cylindro, evitando grandes comprimentos de tubos e curvas, sobretudo nas machinas que trabalham com grandes velocidades. Sendo preciso empregar tubos, a sua secção de furo não deve ter menos de <sup>4</sup>/<sub>2</sub> pollegada de diametro e <sup>5</sup>/<sub>8</sub> de pollegada nas curvas.

Cada pollegada de comprimento de tubo occasiona uma pequena differença na pressão do vapor entre o cylindro da machina e o instrumento, variando esta differença com o comprimento e curvas do tubo em relação á velocidade da machina. Alguns diagrammas, unicamente por não haver attenção á disposição dos tubos de communicação, têem chegado a mostrar uma differença de pressão para menos de 20 a 40 por cento da que realmente existe dentro do cylindro da machina.

As molas e escalas que costumam ser fornecidas com o indicador são as seguintes:

			Libras de pressão		
N.º	$1, \frac{1}{8}$ (a)	emprega-se desde	e15	a +	10
))	$2,\frac{1}{42}$	»·	— 15	a +	22,5
D	$3,\frac{1}{46}$	». »	— 15	a +	35
D	$4, \frac{1}{24}$	<b>»</b>	—15	a +	60
))	$5, \frac{1}{24}$	. ))	a atmosphera	ı a +	75
))	$6, \frac{7}{32}$	<b>)</b>	<b>»</b>	a +	100
D	$7,\frac{1}{40}$	<b>"</b>	<b>)</b>	a	125
))	$8,\frac{1}{48}$	. ))	))	a +	150
	$9,\frac{7}{56}$	<b>»</b>	»	a +	175

<sup>(</sup>a) Cada oitavo de pollegada representa 1 libra de pressão por pollegada quadrada.



Maneira de applicar o indicador. — Tendo collocado sobre o embolo do pequeno cylindro a mola correspondente á pressão do vapor da machina submettida á nossa observação, e tendo posto o papel sobre que tem de tracar-se o diagramma no outro cylindro, tomaremos o indicador e collocal-o-hemos atarrachando a espiga da sua torneira no furo ou tubuladura que deve existir no fundo ou tampa do cylindro da machina de vapor. Feito isto, procuraremos ligar o gancho que existe no extremo do cordel que faz mover o cylindro Baonde está o papel, a uma das peças da machina que tenha um movimento igual e reciproço, como o do embolo do cylindro de vapor, graduando o comprimento do cordel, de modo que a roldana do apparelho dê uns tres quartos de volta quando puxada pelo cordel, retomando a sua primitiva posição logo que o mesmo afrouxe.

Em muitas machinas, e sobretudo nas horisontaes, é necessario fazer um jogo de pequenas alavancas, que recebem geralmente o movimento da cruzeta da haste do embolo, para por meio de uma d'ellas fazer mover o apparelho do indicador.

Se em seguida abrirmos a torneira do instrumento, é claro que o interior do seu pequeno cylindro ficará em communicação com o da machina, e por conseguinte o seu embolo será actuado pelo vapor ou pelo vacuo da mesma fórma que o do cylindro de vapor.

Se a pressão do vapor dentro do cylindro da machina fosse uniforme durante todo o tempo do passeio do seu embolo, o do cylindro do indicador, tendo subido quando foi actuado pelo vapor, ficaria estacionario; como porém a pressão varía, elle move-se subindo e descendo em harmonia com essas differenças de pressão. Se o lapis



ou estilete que elle faz mover estiver encostado a um papel, estas variações de movimento serão ali indicadas; como porém o lapis percorre uma linha recta, ellas serão indecifraveis, porque ficarão confundidas umas com as outras nos differentes pontos d'essa linha.

Se porém o papel sobre que o lapis apoia tiver movimento, então ficará ali traçada uma figura, e se este movimento for em uma direcção, quando o embolo do cylindro da machina caminha em um sentido, e em direcção contraria quando elle caminha em outro, essa figura fechará um espaço no qual as ordenadas verticaes representarão a pressão effectiva durante um passeio completo do embolo. Esta figura obtida sobre o papel em movimento por meio do cordel e roldana fixa á base do cylindro em que elle está enrolado, chama-se diagramma.

Antes de abrirmos a torneira do indicador, deve pôrse o papel em movimento, e escostando o lapis ou estilete, marca-se uma linha neutral, a qual representa a pressão atmospherica. A parte das ordenadas verticaes, que depois da figura traçada ficarem superiores a esta linha, representarão a pressão acima da atmosphera, e a parte que lhe ficar inferior, a pressão respectiva abaixo da mesma.

Por meio dos diagrammas obtidos, e segundo a sua configuração, póde o engenheiro tornar-se familiar e perfeitamente conhecedor do funccionamento da machina; porque aquella figura mostra-lhe, não só o trabalho desenvolvido pelo vapor, mas tambem o ponto do passeio do embolo em que a entrada lhe foi fechada para o cylindro, o trabalho da expansão, a quantidade de vapor consumido com differentes graus de expansão, a vanta-



gem obtida pelo vacuo em cada ponto do passeio do embolo, se as entradas do vapor para o cylindro são pequenas, se a valvula distribuidora está bem regulada, etc.

Traçado dos diagrammas e sua explicação. — A fig. 16, pag. 268, é um diagramma obtido por meio do indicador. A linha que se vê traçada ao centro é a linha atmospherica obtida pelo movimento do cylindró em que está o papel, ao qual se encostou o lapis antes do indicador estar em communicação com o interior do cylindro da machina.

Aberta a torneira e estabelecida a communicação, o lapis sobe immediatamente do ponto A, até ao angulo esquerdo, e conservando-se n'essa posição, traça a linha superior, que representa a pressão do vapor durante o passeio do embolo. N'esta occasião a valvula distribuidora, tendo mudado de posição, fechou a entrada do vapor para o cylindro e abriu a passagem para o condensador; então o lapis desce rapidamente a uma posição inferior á linha atmospherica correspondente ao grau de rarefacção do vapor existente dentro do cylindro, e traça a linha inferior do diagramma, a qual representa a qualidade do vacuo obtido. A este tempo tem o embolo completado o seu outro passeio, e o papel acha-se na posição em que estava quando o lapis comecou o seu tracado, e tendo então a valvula distribuidora fechado o orificio de saída do vapor para o condensador por aquelle lado, e tornado a abrir a entrada para dentro do cylindro pelo mesmo lado aonde se acha montado o indicador, o lapis torna a subir como antes, repetindo o tracado tantas vezes, quantos forem os passeios do embolo do cylindro da machina, até que se lhe feche a torneira de communicação. Pelo



que fica dito comprehende-se que, se o vapor não experimentasse difficuldade alguma na sua entrada ou saída do cylindro, a figura seria um perfeito parallelogrammo, porque o lapis seria forçado instantaneamente a subir ao seu mais alto ponto, aonde ficaria completamente estacionario até que o movimento do papel em um sentido tivesse terminado, depois descendo instantaneamente tambem ao ponto mais baixo traçaria então a linha inferior até ao fim, sendo em seguida novamente obrigado a subir pela pressão do vapor.

Na pratica este estado de cousas não póde existir; o vapor precisa de um certo tempo para entrar e saír do cylindro, e por esta rasão os angulos do diagramma são sempre mais ou menos redondos. Quanto mais bicudos forem os angulos de um diagramma, maior será o aproveitamento do vapor no trabalho a toda a força com a sua pressão constante.

Se o angulo marcado expansão estiver muito cortado, mostrará que a entrada do vapor foi fechada um pouco antes do embolo ter completado o seu passeio, e que o vapor trabalhou um pouco por expansão. Se o angulo de saida se apresentar muito redondo ou cortado, mostrará que os orificios de saída do vapor apresentam uma passagem estreita ou são deficientes. Se for o angulo de avanço que se apresente muito cortado, dirnos-ha que o avanço dado á valvula de distribuição é demasiado, ou que a valvula abre muito a entrada do vapor para o cylindro antes do embolo ter completado o seu passeio. Se é o angulo de partida ou angulo do vapor que se apresenta redondo ou cortado, quer isto dizer que o vapor não é admittido livremente no cylindro e a tempo sufficiente para executar o seu trabalho, de

onde se póde deduzir que os orificios ou passagens são estreitos.

Cada alteração da machina que contribua para diminuir ou tornar redondos os angulos do diagramma, traduz-se por uma diminuição de força em cada passeio.

Não quer isto dizer no emtanto que o modo por que os angulos do diagramma apparecem cortados deva ser sempre tomado como deficiencia; pelo contrario, é vantajoso dar sempre um pequeno avanço á valvula para a introduçção do vapor. Assim pois o arredondado ou córte do angulo do diagramma n'este ponto de uma quantidade regular, não deve ser olhado como um defeito.

O trabalho do vapor por expansão, que faz apresentar ao diagramma fórmas arredondadas, longe de ser um inconveniente, é um beneficio, em que fica bem compensada a diminuição de força pela menor despeza de vapor. No emtanto o angulo de partida deve apresensentar-se sempre agudo tanto quanto possivel, e qualquer córte ou arredondamento n'este angulo é um defeito derivado da falta de avanço, ou de muita cobertura da valvula distribuidora em sentido contrario.

Não devem tirar-se diagrammas n'uma machina senão depois d'ella estar algum tempo a funccionar para dar logar a que não haja grande condensação de vapor dentro do cylindro, porque a agua em excesso dentro d'elle, faz sempre mudar a fórma ao diagramma, dandolhe muitas vezes configurações singulares.

As torneiras de purgar devem estar fechadas, a menos que a agua na caldeira esteja fermentada.

Logo que se tenha tirado o diagramma, deve desligar-se o gancho que prende a corda que faz mover o papel, porque se não deve conservar o cylindro em



movimento sem necessidade, o que faz afrouxar a mola, sobretudo se a machina funcciona com grande velocidade.

Na occasião de retirar-se o papel deve minutar-se pela parte de traz como se segue:

Data em que se tirou o diagramma e a escala do indicador, isto é, a correspondente á mola empregada.

A indicação da machina, e se da tampa ou do fundo do cylindro.

Comprimento do passeio do embolo, diametro do cylindro e numero de revoluções da arvore da machina, ou passeios duplos do embolo por minuto.

A grandeza dos orificios de entrada do vapor, a qualidade ou fórma de valvula distribuidora empregada, o seu avanço e cobertura, e o avanço á saída do vapor.

A pressão do vapor na caldeira, o diametro e comprimento do tubo conductor, a grandeza e posição da valvula de garganta (havendo-a) e o ponto em que o vapor foi cortado ou fechada a sua entrada para o cylindro. N'uma locomotiva, o diametro das rodas motoras e a grandeza do orificio de descarga do vapor na chaminé, o peso do trem e a qualidade do caminho, ou curva.

Na machina de condensação, o vacuo indicado no manometro; a qualidade do condensador empregado; a quantidade de agua empregada por cada passeio do embolo, sua temperatura e a temperatura da agua da condensação; o diametro da bomba de ar e o comprimento do seu passeio, se de simples ou duplo effeito, e se mandada ou trabalhando independente da machina; o numero de passeios por minuto, e a altura barometrica.

A descripção da caldeira empregada, temperatura da agua de alimentação, consumo de carvão e agua



por hora, e se a caldeira e os tubos estão protegidos para a perda do calorico pela irradiação.

A quantidade de espaço morto entre o embolo e a tampa e fundo do cylindro no fim do passeio, e bem assim o dos orificios ou passagens do vapor para dentro do cylindro.

Concebe-se que todas estas indicações são precisas quando se quer fazer um estudo completo da machina e se quer descer á analyse do vapor consumido, do gasto do carvão e de todas as circumstancias que podem concorrer para se obter o maximo resultado de uma machina de vapor; porém para os casos ordinarios de bordo e quando se está certo do bom funccionamento da machina, parte d'estas indicações são dispensaveis, mesmo porque muitas d'ellas se acham já registadas e são constantes.

Tabella das alturas barometricas e pressões correspondentes desde 28 a 31 pollegadas inglezas

Altura da columna de mercurio	Pressão em libras	Altura da columna de mercurio	Pressão em libras	Altura da columna de mercurio	Pressão em libras
31,0	15,50	29,9	14,95	28,9	14,45
30,9	15,45	29,8	14,90	28,8	14,40
30,8	15,40	29,7	14,85	28,7	14,35
30,7	15,35	29,6	14,80	28,6	14,30
30,6	15,30	29,5	14,75	28,5	14,25
30,5	15,25	29,4	14,70	28,4	14,20
30,4	15,20	29,3	14,65	28,3	14,15
30,3	15,15	29,2	14,60	28,2	14,10
30,2	15,10	29,1	14,55	28,1	14,05
30,4	15,05	29,0	14,50	28,0	14,00
30,0	15,00			ANALYSIS SE	ALUER A



Esta tabella é importante e torna-se necessaria quando queremos avaliar com exactidão o vacuo da machina indicado nos manometros ou apresentado na curva do indicador. Por exemplo, se quando applicámos o indicador a altura barometrica era de 30 pollegadas, a pressão da atmosphera será de 15 libras ou exactamente a força para que a mola do indicador está regulada; porém se a altura barometrica por 31 pollegadas, a pressão da atmosphera será 15,5 libras ou mais meia libra do que o que a mola indica ou para que está regulada, e n'este caso precisâmos deduzir meia libra no vacuo indicado no diagramma. Se pelo contrario o barometro mostrar uma altura de 29 pollegadas, então a pressão da atmosphera, sendo 14,5 libras, isto é, meia libra menos do que a graduação da mola do indicador, devemos n'este caso juntar meia libra ao vacuo apresentado na curva ou diagramma tirado. No emtanto a altura barometrica não influe no resultado final obtido como pressão media do vapor sobre o embolo, por isso que, se tivermos meia libra de menos no vacuo, ella apresentar-se-ha de mais do lado do vapor; e se do lado do vacuo tivermos meia libra a mais, a linha do vapor terá meia libra a menos, e d'esta fórma o trabalho ficará compensado.

# FORÇA DAS MACHINAS OBTIDA POR MEIO DOS DIAGRAMMAS

Para se calcular a força de uma machina por meio do indicador, divida-se o diagramma obtido, na direcção do seu comprimento, em qualquer numero de partes convenientes por meio de linhas perpendiculares á



linha atmospherica (dez é geralmente o numero empregado), tome-se o comprimento de cada uma das ordenadas e applique-se sobre a escala do indicador, a qual é graduada em relação á mola que se empregou (cada mola tem uma escala differente) e marque-se o numero de divisões encontrado, que cada uma representa uma libra, sobre a ordenada respectiva, sommem-se os valores obtidos e divida-se por dez, o quociente dará a pressão media do vapor durante o passeio do embolo. Multiplique-se o valor obtido pelo numero de pollegadas quadradas de superficie do embolo do cylindro da machina e pela sua velocidade em pés por minuto, e divida-se o producto por 33000; o resultado será o numero de cavallos de força indicados.

Se examinarmos a figura 16, veremos que a pressão media do vapor achada foi de 24,64 libras por pollegada quadrada.

Se suppozermos que a machina da qual obtivemos aquelle diagramma tinha um cylindro de 55 pollegadas de diametro, 5 pés de passeio, e que a arvore fazia 22 voltas por minuto, poderemos calcular a força da machina do seguinte modo.

Cada revolução da machina representa dois passeios do embolo ou 5×2=10 pés

e como a machina faz 22 revoluções por minuto, teremos por velocidade de embolo

10×22=220 pés.

A superficie do embolo será

 $55^2 \times 0.7854 = 3025 \times 0.7854$ = 2375,835 pollegadas quadradas.



Sendo a pressão media 24,64 libras por pollegada quadrada, será a pressão total sobre o embolo

$$=2375,835 \times 24,64 = 58540,5744$$
 libras,

logo, força da machina:

$$F = \frac{58540,5744 \times 220}{33000} = 390,27$$

cavallos-vapor indicados.

Quando se exige uma grande exactidão, tiram-se dois diagrammas, um do fundo e outro da tampa do cylindro, calculam-se ambos, sommam-se os resultados e divide-se a somma por 2.

O diagramma tirado do lado da tampa do cylindro mostra-nos a pressão do vapor e o vacuo d'aquelle lado do embolo, e por esta rasão não póde indicar-nos o que se passa do outro lado. Se quizermos meramente obter a força da machina approximadamente, e que a mesma funccione em boas condições, poderemos contentar-nos com o diagramma tirado de um só lado do embolo. Se porém o estado da machina o requerer, será necessario examinar o que se passa de um e outro lado, porque os erros de um podem não ter connexão com os do outro. Este caso apresentar-se-ha se a valvula distribuidora for muito comprida ou muito curta, porque então um dos orificios da entrada de um lado do cylindro póde ter, pela graduação da valvula, um avanço e cobertura convenientes, emquanto que todo o defeito ficará no outro; n'este caso o diagramma mostrar-nos-ha o defeito e o modo de o remediarmos sem inconveniente. Deve porém notar-se que nas machinas de acção directa, os diagrammas obtidos da parte in-



ferior do embolo são em geral superiores aos da parte superior. Primeiro, porque tendo o vapor maior trabalho a vencer, o embolo não parte tão rapidamente e a pressão do vapor mantem-se mais regular, depois porque a valvula distribuidora tem sempre mais um pouco de avanço d'este lado.

Ha ainda uma outra rasão pela qual um dos diagrammas é quasi sempre melhor do que o outro. O excentrico e a manivella estão ligados de modo a fazerem a sua rotação juntos, e em rasão da pequenez do passeio do primeiro, comparado com o comprimento do seu tirador, se o vapor for fechado para o cylindro quando a manivella tenha descripto um certo angulo desde o ponto superior, e se o avanco da valvula for o mesmo para ambos os orificios, o vapor deverá ser fechado outra vez, quando a manivella tenha descripto o mesmo angulo para o outro lado. Em consequencia porém do pequeno comprimento do tirante da machina, o embolo não terá caminhado tão longe quando a manivella desce descrevendo um certo angulo, como quando sobe e a manivella se acha no mesmo angulo. Por exemplo, em uma machina vertical quando a manivella está horisontal e desce, o embolo estará a mais de meio passeio para baixo; porém quando herisontal e sobe elle estará a menos de meio passeio, e por conseguinte como o excentrico se move ligado com a manivella; segue-se que o vapor será cortado mais cedo de um lado do que do outro, e por esta rasão, nas machinas de acção directa a linha do vapor no diagramma é sempre maior em um do que no outro.

A fig. 17 representa dois diagrammas tirados no mesmo papel, sendo um do fundo e outro da tampa do



cylindro, tendo a linha atmospherica tirada ao centro, d'elles. A pressão media acha-se indicada em ambos e foi obtida pela maneira já descripta.

A fig. 18 representa um diagramma tirado da machina do navio de guerra *Spiteful* com uma escala de indicador differente da dos diagrammas, fig. 16 e 17.

Pela inspecção da figura vê-se que o lapis, partindo da linha atmospherica, subiu immediatamente até 5 libras de pressão; porém desde o principio do passeio do embolo a pressão começa a decrescer, mostrando que o vapor vae tendo a entrada cada vez e gradualmente mais difficil, e proximo aos <sup>3</sup>/<sub>4</sub> do passeio a pressão declina rapidamente, mostrando que n'este ponto o vapor foi cortado ou se lhe fechou a entrada para o cylindro, effectuando-se o resto do passeio do embolo por expansão; antes porém de estar completo o passeio a pressão dentro do cylindro desceu entre 2 e 3 libras abaixo da pressão atmospherica.

O córte do angulo de saida mostra que as passagens do vapor para o condensador eram insufficientes em area, e o angulo de avanço mostra que a valvula estava graduada de modo a dar-lhe um avanço muito superior ao que usualmente costuma dar-se.

Como já ficou dito, o diagramma tirado no indicador não serve só para poder calcular-se a força absoluta das machinas, mas tambem em muitos casos para mostrar-lhe os defeitos. Daremos um outro exemplo na fig. 19 que representa um diagramma tirado n'uma machina de alta pressão sem condensação. A linha AB, que é a linha neutral ou atmospherica representa tambem o comprimento do passeio do embolo; a linha FB tirada a uma distancia de AB igual a AB libras, é a



linha do vacuo perfeito. Se suppozermos que o vapor á sua introducção no cylindro tem uma pressão de 30 libras acima da atmosphera, e que actua sobre o embolo durante metade do seu passeio, sendo cortado n'este ponto instantaneamente, teremos as linhas theoricas A C igual 30 libras, C D, representando o trabalho do vapor com toda a sua pressão durante metade do passeio, e a curva hyperbolica D E representando o trabalho por expansão. D'este modo a figura theorica A C D E B, apresentar-nos-ha o maior effeito possivel obtido do vapor n'estas condições, poisque a linha recta A C, mostra a respectiva subida da pressão acima da atmosphera até 30 libras, continuando com a mesma pressão durante metade do passeio do embolo, e a curva D E o decrescimento gradual devido á expansão do vapor, que começa a occupar um maior espaço dentro do cylindro, sendo no fim do passeio o dobro do primitivo; por essa rasão a pressão se apresenta reduzida a 15 libras, isto é, metade da linha P B.

A linha *E B* representa a saída instantanea do vapor e a pressão final em relação á da atmosphera quando o orificio de saída do vapor está completamente aberto, e a linha recta *B A*, n'este caso, representa a resistencia constante da atmosphera á saída do vapor. Observando agora a figura pratica obtida, que se acha inscripta dentro da outra, a sua inspecção mostrar-nos-ha immediatamente que ella é defeituosa.

Por exemplo: no principio do passeio do embolo, a entrada do vapor não é aberta repentina mas gradualmente e com difficuldade, do que resulta a linha curva KL, tendo o embolo já caminhado uma certa distancia



antes de attingir a maxima pressão; em seguida, o córte do vapor feito gradualmente pela valvula de expansão ou distribuidora; alguma diminuição de pressão motivada pelo resfriamento do vapor; passagem do mesmo através do embolo, etc., produzem a linha curva L M. O resfriamento do vapor, facto que sempre se dá durante a expansão, faz variar a curva M Q da hyperbolica, e a gradual abertura da saída do vapor produz tambem os angulos arredondados Q N.

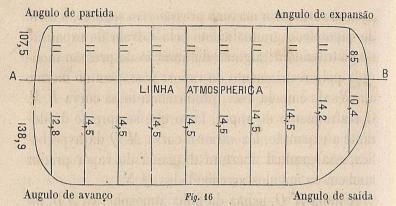
A linha N O, acima da linha atmospherica A B, indica uma resistencia addicional á da atmosphera na saída do vapor, que póde ser devida a uma limitada area de orificio; passagem do vapor através do embolo, ou outro qualquer obstaculo.

O angulo arredondado *O K* é devido ao fechamento gradual effectuado pela valvula á saída do vapor e ao avanço exagerado da entrada do mesmo vapor para dentro do cylindro para produzir um novo passeio de embolo.

Por aqui se vê que a analyse judiciosa de um diagramma póde contribuir poderosamente para remediar muitos defeitos das machinas, como o proporcionar melhores entradas e saídas ao vapor, graduar convenientemente os excentricos e valvulas distribuidoras, o ajustar e vedar estas ultimas e as molas dos empacamentos metallicos dos embolos dos cylindros, procurar os meios de prevenir os resfriamentos do vapor, etc.

Os diagrammas que seguem são exemplos praticos que melhor farão comprehender o que deixámos explicado.

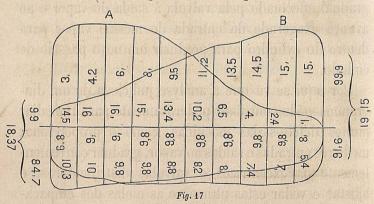




Somma das ordenadas do lado do vaçor 107,5. Somma das ordenadas do lado do vaço 138,9.

e........
$$\frac{107,5+138,9}{10}$$
 = 24,64 libras

pressão media do vapor durante o passeio do embolo.

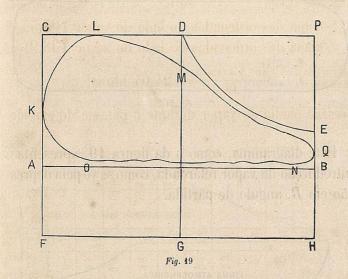


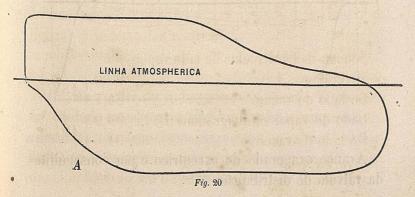
Somma das ordenadas do lado vapor	
no diagramma <i>A</i>	1027
no diagramma $A$	183,7.
Lado do vapor no diagramma $B$ 99,9	1015
Lado do vapor no diagramma $B$ 99,9 Do lado do vacuo 91,6	191,5.

e. . .  $\frac{183,7 + 191,5}{10 \times 2}$  = 18,76 libras, pressão media.



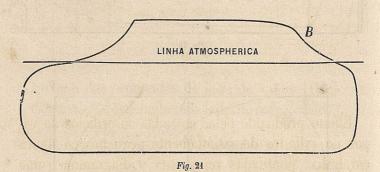




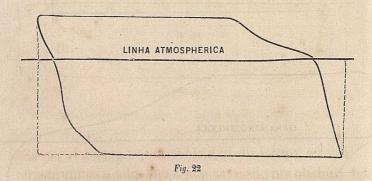




O diagramma (fig. 20) mostra uma grande compressão no fim do passeio do embolo, diminuindo o vacuo consideravelmente, e isto sem que seja produzido pelo avanço da valvula distribuidora, porque o arredondamento do angulo em A é muito exagerado.

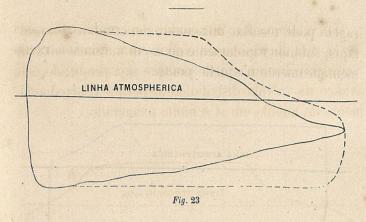


Este diagramma, como o da figura 19, apresenta a introducção do vapor retardada, como se vê pela depressão em B, angulo de partida.



Avanço exagerado do excentrico e por conseguinte da valvula de distribuição.





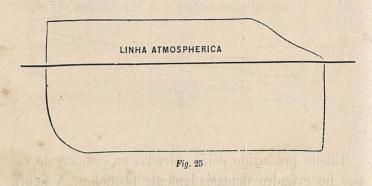
Effeito produzido pelas entradas ou orificios do vapor no cylindro demasiadamente pequenos. A figura em linhas pontuadas representa o diagramma como elle deveria apresentar-se em uma machina bem regulada.



Fio ou cordel do indicador muito curto. É preciso ter cuidado em observar que o fio tenha o comprimento necessario ao bom funccionamento, pois que, se for curto, póde occasionar uma pequena paragem no cylindro do papel no fim do passeio do embolo, e d'essa pa-



ragem póde resultar uma indicação errada, visto que o lapis, subindo rapidamente de m em n, estacionará momentaneamente n'aquelle ponto.



Fio ou cordel do indicador muito comprido.

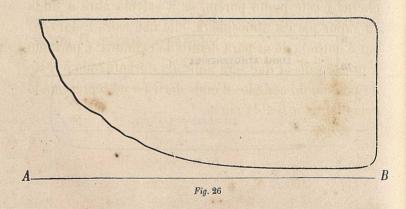
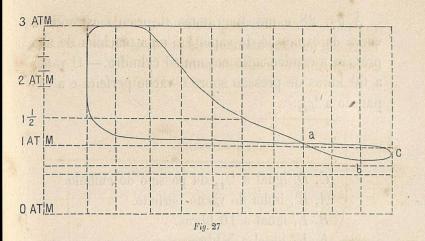


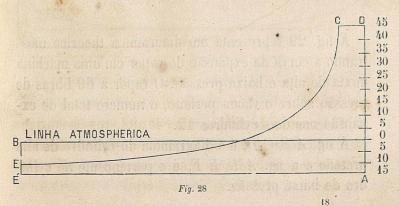
Diagramma de uma machina de alta pressão em que a saída do vapor se não faz livremente, apresentando uma grande compressão que diminue em parte o effeito util da machina, A B linha atmospherica.





Effeito do avanço com uma grande expansão do vapor em uma machina de alta pressão.

O vapor sendo introduzido só até aos 0,2 do passeio, aos 0,7 e a 0,8 já tem uma pressão inferior á atmosphera; n'este ponto porém, se a valvula abre a saída ao vapor para a atmosphera, elle não saírá e dará logar á entrada do ar para dentro do cylindro; é portanto a pressão do ar que será indicada durante todo o resto do passeio do embolo; d'onde deriva o nó representado pelas letras a b c da curva.





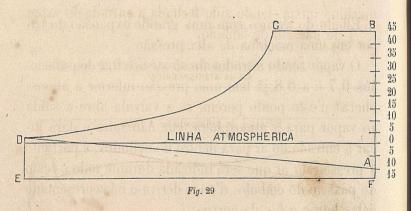
A fig. 28 é um diagramma theorico mostrando a curva da expansão do vapor em uma machina de alta pressão e condensação em um só cylindro. — O vapor a 60 libras de pressão sobre o vacuo perfeito e a expansão a  $^{4}/_{42}$ .

C, D, igual a  $\frac{4}{42}$  do passeio do embolo.

A, E', linha do vacuo-perfeito.

B, E, igual a 10 libras.

E, E', igual a 5 libras.



A fig. 29 representa um diagramma theorico mostrando a curva da expansão do vapor em uma machina mixta de alta e baixa pressão. O vapor a 60 libras de pressão sobre o vacuo perfeito, o numero total de expansão nos dois cylindros 12.

A fig. A B C D, é o diagramma do cylindro de alta pressão e a fig. A D E F, é o pertencente ao cylindro de baixa pressão.





Fig. 30

Diagramma tirado no cylindro de alta pressão de uma machina mixta, tendo sido fechada a entrada do vapor a 1/8 do passeio do embolo.

#### LINHA ATMOSPHERICA

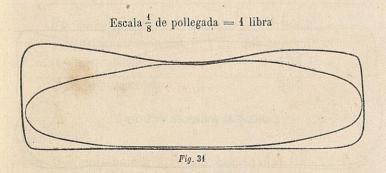


Diagramma tirado no cylindro de baixa pressão de uma machina mixta, tendo o vapor sido fechado a <sup>1</sup>/<sub>8</sub> do passeio do embolo do cylindro de alta pressão.

Estes dois diagrammas completam-se um ao outro e dão o trabalho do vapor dos dois lados do embolo, tanto no pequeno como no grande cylindro.





Diagramma tirado no cylindro de alta pressão de uma machina mixta; córte do vapor ou expansão a  $^4/_2$  do passeio do embolo.

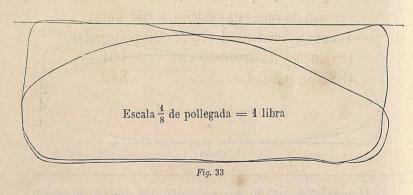


Diagramma tirado no cylindro de baixa pressão da mesma machina, tendo o vapor sido cortado ou fechada a sua entrada no cylindro de alta pressão a <sup>4</sup>/<sub>2</sub> do passeio do embolo.



Diagrammas tirados nas machinas da corveta de guerra Rainha de Portugal, na occasião da experiencia na milha medida em Inglaterra.

### MACHINA MIXTA HORISONTAL DE TRONCO (PENN)

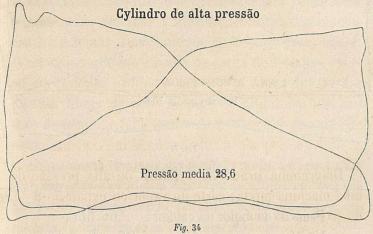


Fig. 34

Pressão do vapor na caldeira 63 libras Vacuo no condensador.... 26 pollegadas Revoluções da arvore..... 101 Cavallos indicados...... 882

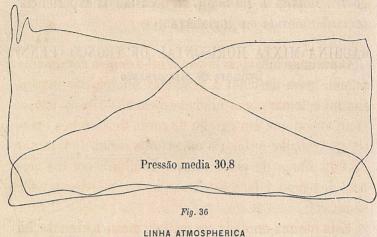


Fig. 35

Velocidade media nas 4 corridas em nós por hora 11,34.



#### Cylindro de alta pressão



Pressão do vapor na caldeira 66 libras Vacuo no condensador.... 26 pollegadas Revoluções da arvore.... 106 Cavallos indicados..... 969

#### Cylindro de baixa pressão



Estes diagrammas são excellentes, e foram-nos fornecidos pelo engenheiro machinista portuguez, encarregado das machinas d'aquelle navio.



# FORÇA DAS MACHINAS OBTIDA PELO CALCULO

O costume introduzido por Watt e depois geralmente seguido para designar a grandeza e força das machinas foi o tomar como unidade o cavallo-vapor, isto é, Watt achou que um cavallo de carga de Londres exercia em trabalho ordinario um esforço capaz de levantar 33:000 libras de peso a 1 pé de altura em um minuto de tempo, e foi a este trabalho que elle deu aquelle nome.

Esta mesma unidade em medida metrica é igual a 75 kilogrammas elevados a 1 metro de altura em um segundo de tempo, sendo portanto o cavallo-vapor em medida metrica igual a 75 kilogrammetros.

Nas primeiras machinas construidas por Watt empregava-se o vapor apenas á pressão atmospherica, isto é, 14,7 libras por pollegada quadrada, das quaes 4,7 libras eram consideradas perdidas pela imperfeição da condensação, e 3 libras pelos attritos e fricções da machina, ficando apenas 7 libras como pressão effectiva sobre o embolo, ao qual a velocidade estabelecida era de 220 pés por minuto. D'aqui resultou a formula para a força das machinas conservada até nossos dias como para designar a força nominal,

$$F = \frac{7 A V}{33000}$$

e em que A, representa a area do embolo do cylindro da machina em pollegadas quadradas, e V, a velocidade do embolo em pés por minuto e F, força da machina.



De tres modos póde ser considerada a força das machinas: força nominal (nominal horse power), força real ou effectiva (actual power), e força absoluta ou indicada (indicated horse power).

Força nominal—é a que se obtem pela formula acima, estabelecida por Watt e conservada até hoje ou pelo menos até ha muito pouco tempo pelo almirantado inglez

$$F = \frac{7 \ A \ V}{33000}$$
 ou  $\frac{D^2 \ V}{6000}$ .

Esta formula não tem presentemente importancia alguma á vista das pressões elevadas do vapor a que as machinas funccionam (desde 1 a 10 atmospheras) e das velocidades do embolo, que sobem de 220 a 1000 pés por minuto. No emtanto para as negociações feitas para compra ou factura de machinas está adoptado como regra o cavallo nominal, admittindo que com uma pressão de vapor, por exemplo, de 60 libras por pollegada quadrada e uma velocidade do embolo de 400 pés por minuto, se obtem em qualquer machina de condensação uma força indicada de mais de 6 vezes a força nominal.

A denominação de força nominal tem sido por conseguinte conservada unicamente por commodidade para as differentes transacções de commercio, dando comtudo logar a grandes irregularidades, porque fica quasi ao arbitrio do fabricante o dar a uma machina com um cylindro de certa dimensão um valor qualquer em cavallos nominaes, emquanto que outro apresentando uma machina da mesma grandeza e nas mesmas condições lhe dá outro.



A regra presentemente adoptada em Inglaterra para determinar a força nominal das differentes classes de machinas é a seguinte:

Machina de alta pressão sem condensação. Quadre-se o diametro do cylindro em pollegadas e divida-se por 12

ou 
$$\ldots F = \frac{D^2}{42}$$
.

Esta formula quer dizer que uma machina de alta pressão sem condensação, tendo um cylindro de 30 pollegadas de diametro, tem 75 cavallos de força, sendo comtudo capaz de desenvolver tres vezes esta força trabalhando com vapor á pressão de 60 libras e 400 pés de velocidade do embolo por minuto.

Machina de alta pressão com expansão e condensação, de um só cylindro. Quadre-se o diametro do cylindro em pollegadas e divida-se por 24

ou 
$$\dots F = \frac{D^2}{24}$$
.

Com esta formula, uma machina de alta pressão e condensação, tendo um cylindro de 30 pollegadas de diametro, é de 37,5 cavallos, sendo porém capaz de desenvolver um trabalho de seis vezes a força nominal funccionando com vapor a 60 libras de pressão e uma velocidade de embolo de 400 pés por minuto.

Machina de alta e baixa pressão. A regra geralmente adoptada pelos engenheiros machinistas navaes é:

Sommem-se os quadrados dos diametros do pequeno e grande cylindro em pollegadas e divida-se a somma por 30

ou....
$$F = \frac{d^2 + D^2}{30}$$
.



Applicando esta formula, uma machina mixta, tendo o cylindro maior 30 pollegadas de diametro e o pequeno 17, diz-se uma machina de 40 cavallos nominaes, podendo comtudo desenvolver uma força indicada, pelo menos seis vezes maior, funccionando com vapor a 60 libras de pressão e tendo uma velocidade de embolo de 400 pés por minuto.

Força real ou effectiva—é o trabalho util da machina, medido no extremo da sua arvore motora e obtido pelo freio de Prony. É o trabalho effectivo applicado, seja á propulsão, como nos navios de vapor, ou á tracção, como nas machinas locomotivas ou locomotoras, ou ainda na transformação dos differentes materiaes, como na industria.

Esta força nas machinas mais perfeitas não excede os 0,75 da força absoluta: o mais vulgar é ser ella os 0,60 ou os 0,50, chegando mesmo a descer a 0,40 nas machinas imperfeitas ou em mau estado.

Coefficiente util—é a percentagem obtida pela comparação da força absoluta da machina obtida pelas curvas do indicador e a accusada pelo freio de Prony ou por um dynamometro collocado no extremo da arvore da machina; por onde se vê que o effeito util ao trabalho effectivo é sempre inferior á unidade e que se approxima tanto mais d'esta quanto a machina é mais perfeita. O coefficiente util nas machinas maritimas é comprehendido em geral entre os 0,70 a 0,80; se attendermos porém a que o propulsor não utilisa mais dos 0,60 a 0,75 do effeito util sobre a arvore da machina, concluiremos, como nas experiencias mais recentes, que o effeito util total dos apparelhos de navegação não póde ser avaliado em mais de 0,45 a 0,50 do trabalho mo-



tor absoluto da machina, havendo comtudo alguns casos em que elle sobe aos 0,65 e desce a 0,35.

Força absoluta ou indicada— é obtida pelas curvas tiradas por meio do indicador, de que já tratámos.

A força absoluta é portanto a que nos fornece o trabalho do vapor á pressão approximada em que sáe da caldeira, sem ter em conta a força perdida em vencer as resistencias passivas dos differentes orgãos da machina postos em movimento.

A formula que nos dá theoricamente este trabalho

é a seguinte:

Em medida metrica

$$V = \frac{2 R S}{60}$$

$$F = \frac{APV}{75}$$
.

Em medida ingleza

$$F = \frac{2APRS}{33000}.$$

As letras têem as seguintes designações:

A, area do embolo do cylindro em centimetros ou

pollegadas inglezas quadradas.

P, pressão media do vapor no cylindro expresso em kilogrammas por centimetro quadrado ou libras por pollegada quadrada.

S, comprimento do passeio do embolo em metros ou

em pés.

R, numero de revoluções da arvore da machina por minuto.

V, velocidade do embolo em metros por segundo.

F, força da machina em cavallos-vapor.



Assim, para achar a força de uma machina de vapor, é preciso procurar a pressão real exercida sobre a superficie do embolo do cylindro, e multiplical-a pela sua velocidade; o producto será o trabalho theorico ou absoluto da machina em kilogrammetros ou em libras.

Mas, como vimos, na pratica uma machina em muito bom estado não utilisa mais de 0,50 a 0,60 do effeito motor, o producto theorico deve portanto ser multiplicado por este coefficiente de 0,50 para as machinas de menos de 20 cavallos de força, e por 0,55 ou 0,60 para as de maior força; depois do que, dividindo o producto por 75 ou 33:000, segundo a formula empregada, teremos a força effectiva em cavallos.

Exemplo. Qual será o effeito util provavel de uma machina de baixa pressão sem expansão nas seguintes condições:

O vapor na caldeira á pressão de 1,25 atmosphera ou 1<sup>k</sup>,218 por centimetro quadrado, diametro do embolo 35 centimetros, passeio do mesmo 0<sup>m</sup>,92, fazendo 50 passeios duplos por minuto?

São duas machinas conjugadas.

A velocidade do embolo será

$$V = \frac{0.92 \times (2 \times 50)}{60} = 1^{\text{m}}, 53.$$

A superficie do embolo será de

 $S = 0.785 (35)^2 = 960$  centimetros quadrados.

A pressão effectiva do vapor é de 1<sup>k</sup>,218 por centimetro quadrado (tabella, pag.); como porém a machina é de condensação, deveremos contar com a pressão abso-



luta, em consequencia do vacuo obtido no condensador: logo a pressão absoluta será de

$$1^{k},218+1^{k},033=2^{k},251.$$

D'esta pressão devemos deduzir a contrapressão no condensador, por isso que o vacuo não é perfeito, e como a temperatura da mistura do vapor condensado é ordinariamente de 40 graus, a contrapressão ainda na machina mais perfeita não será inferior a 0<sup>k</sup>,15 por centimetro quadrado:

Logo a pressão real será

 $2^k$ ,  $251 - 0^k$ ,  $15 = 2^k$ , 101 por centimetro quadrado.

E a pressão total sodre a superficie do embolo será

$$960^{\text{cent.2}} \times 2^{\text{k}}, 101 = 2017 \text{ kilogrammas.}$$

Esta pressão, multiplicada pela velocidade, dá

$$2017 \times 1^{m}$$
,  $53 = 3086$  kilogrammetros.

por trabalho absoluto do vapor da machina.

Agora 
$$3086^{\text{k. m.}} \times 0.50 = 1543$$

e..... 
$$\frac{1543}{75}$$
 = 20,5 cavallos-vapor

força real ou effectiva de cada cylindro, e como a machina tem dois, teremos

 $20.5 \times 2 = 41$  cavallos

força total.

A força absoluta seria de 82 cavallos.



E a força nominal empregando a formula

$$\frac{7 A V}{33000}$$
 seria de

Area do embolo em pollegadas inglezas quadradas  $147^{p2}.5$ .

Tomando a velocidade do embolo por 220 pés por minuto:

teremos . . . . . 
$$\frac{7 \times 147,5 \times 220}{33000} = 6,88$$

proximamente 7 cavallos ou 14 para as duas machinas. Empregando a formula mais moderna:

temos.... 
$$\frac{D^2}{24} = \frac{(13,75)^2}{24} = \frac{189}{24} = 7,87$$

ou para as duas machinas 15,74 cavallos, isto é, a força absoluta ou indicada seria 5 a 6 vezes maior, como ficou dito.

Força indicada ou absoluta de uma machina de alta pressão com expansão e condensação, seja simples, isto é, com um só cylindro, ou mixta, com dois. — O calculo para a força d'estas machinas é um pouco mais complicado, porque temos de ter em attenção o trabalho produzido pela expansão do vapor.

Vamos apresentar como exemplo o calculo feito para uma machina, tanto empregando o systema metrico como a medida ingleza, para o que juntámos as duas seguintes tabellas. — A primeira é de mr. Poncelet, fundada no seguinte principio:

Logo que um certo volume de vapor a uma tensão determinada se dilata de uma mesma quantidade, elle desenvolve sempre a mesma quantidade de trabalho; tendo-se



tomado por base dos respectivos calculos o trabalho de 1 metro cubico de vapor, a uma atmosphera de pressão sobre um embolo de 1 metro quadrado de superficie.

A segunda vem na obra publicada por mr. Thompson, e apresenta o calculo já feito da pressão media do vapor, durante o passeio completo do embolo, segundo differentes graus de expansão e pressões do vapor.

Tabella das quantidades de trabalho produzidas debaixo de differentes expansões por 1 metro cubico de vapor a differentes tensões

Volume	Quantidade de trabalho correspondente para as pressões							
do vapor depois da expansão	De 3 atmos- pheras	De 4 atmos- pheras	De 4,5 atmos- pheras	De 5 atmos- pheras	De 5,5 atmos- pheras	De 6 atmos- pheras		
生模!	kilog.	kilog.	kílog.	kilog.	kilog.	kilog.		
1,00	31:000	44:333	46:500	51:666	56:833	62:000		
1,25	37:917	50:556	56:875	63:495	69:514	75:834		
1,50	43:569	58:092	65:303	72:615	79:876	87:138		
1,75	48:348	64:464	72:522	80:580	88:638	96:696		
2,00	52:488	69:984	78:732	87:480	96:228	104:976		
2,25	56:439	74:852	83:208	93:565	102:921	112:278		
2,50	59:406	79:208	89:109	99:010	108:911	118:812		
2,75	62:361	83:148	93:544	103:935	114:328	124:722		
3,00	65:058	86:744	97:587	108:430	119:273	130:116		
3,25	67:539	90:052	101:308	112:565	123:821	135:078		
3,50	69:837	93:416	104:755	446:395	128:034	139:674		
3,75	71:976	95:968	107:964	119:960	131:956	143:952		
4,00	73:974	98:632	110:961	125:290	135:619	147:948		
4,50	77:625	103:500	116:437	129:375	142:312	155:250		
5,00	80:892	107:856	121:338	134:820	148:302	161:784		



Tabella da pressão media em libras de vapor durante

	10.65	15.74	12, 619		Haffi in 1	312 UTS	<u> </u>		
Graus de	Pressão inicial do vapo								
expansão	30	35	40	45	50	55	60	65	
1/3	21,0	24,5	28,0	31,5	35,0	38,5	42,0	45,5	49,0
$\frac{3}{2}$	28,25	32,75	37,5	42,0	46,75	51,5	56,25	61,0	65,50
1	17,75	20,75	23,75	26,75	29,75	32,75	35,75	38,75	41,75
$\frac{4}{2}$	25,25	29,50	33,75	38,00	42,25	46,50	50,75	55,00	59,25
$\frac{2}{3}$	28,75	33,50	38,50	43,25	48,25	53,00	57,75	62,50	67,50
4	15,50	18,25	20,75	23,50	26,00	28,50	34,25	34,00	36,50
5 2	23,00	26,75	30,50	34,50	38,25	42,00	46,00	49,75	53,50
5 3	27,00	34,50	36,25	40,75	45,25	49,75	54,25	58,75	63,25
$\frac{5}{4}$	14,00	16,25	18,50	20,75	23,25	25,50	27,75	30,25	32,50
ACCOUNT OF THE PARTY OF THE	12,50	14,75	16,75	18,75	21,00	23,25	25,25	27,25	29,50
1 7 2 7	19,25	22,50	25,75	28,75	32,00	35,25	38,50	41,75	45,00
5 7	28,50	33,50	38,25	42,75	47,75	52,50	57,25	62,00	66,75
$\frac{1}{8}$	11,50	13,50	15,25	17,25	19,25	21,25	23,00	25,00	27,00
3/8	22,25	26,00	29,75	33,50	37,00	40,75	44,50	48,25	52,00
5/8	27,50	32,00	36,75	41,25	45,50	50,50	55,25	59,75	64,25
$\frac{7}{8}$	29,75	34,75	39,50	44,50	49,50	54,50	59,50	64,50	69,25
$\frac{4}{9}$	10,50	12,25	14,25	15,75	17,75	19,50	21,25	23,00	24,75
4 9	24,00	28,00	32,00	36,00	40,25	44,25	48,25	52,25	56,25
$\frac{1}{41}$	9,25	10,75	12,25	43,75	15,25	16,75	18,50	20,00	21,50
$\frac{3}{44}$	48,75	21,75	25,00	28,00	34,25	34,25	37,50	40,75	43,75
$\frac{5}{44}$	24,25	28,25	32,50	36,50	40,50	44,50	48,75	52,75	56,75
$\frac{7}{44}$	27,50	32,25	36,75	41,50	46,00	50,75	55,25	60,00	64,50
$\frac{1}{42}$	8,50	10,00	11,50	13,00	14,50	15,75	17,25	18,75	20,25



<sub>asseio</sub> do embolo, segundo differentes graus de expansão

entrada do cylindro								
75	80	85 -	90	95	400	440	120	430
52,5	56,0	59,5	63,0	66,5	70,0	77,5	84,0	91,0
70,25	75,0	79,5	84,5	89,0	93,75	103,0	111,5	121,75
44,75	47,75	50,75	53,75	56,75	59,75	65,5	71,5	77,5
63,50	67,75	72,00	76,25	80,50	84,75	93,25	101,50	110,00
72,25	77,25	82,00	87,00	91,75	96,50	406,25	445,75	125,50
39,00	41,75	44,25	47,00	49,50	52,25	57,25	62,50	67,75
57,50	61,25	65,00	69,00	72,75	76,50	84,25	91,75	99,50
67,75	72,50	77,00	84,50	86,00	90,50	99,50	108,75	117,75
34,75	37,25	39,50	41,75	44,25	46,50	51,25	55,75	60,50
34,50	33,50	35,76	37,75	40,00	42,00	46,25	50,50	54,75
48,25	51,50	54,50	57,75	61,00	64,25	70,75	77,25	83,50
74,50	76,25	81,00	85,75	90,75	95,50	105,00	444,25	124,00
28,75	30,75	32,75	34,50	36,50	38,50	42,75	46,25	50,00
55,75	59,50	63,00	66,75	70,50	74,25	81,75	89,00	96,50
68,75	73,50	78,00	82,50	87,25	94,75	101,00	110,25	449,50
74,25	79,25	84,25	89,25	94,25	99,00	109,00	149,00	128,75
26,50	28,25	30,25	31,75	33,75	35,50	39,00	42,50	46,00
60,25	64,25	68,25	72,25	76,25	80,50	88,50	96,50	104,50
23,00	24,50	26,25	27,75	29,25	30,75	33,75	37,00	40,00
47,00	50,00	53,25	56,25	59,50	62,50	68,75	75,25	81,50
60,75	65,00	69,00	73,00	77,00	81,25	89,25	97,50	105,50
69,25	73,75	78,50	83,00	87,75	92,25	401,50	440,75	120,00
21,75	23,25	24,50	26,00	27,50	29,00	34,75	34,75	37,75
-	A STATE OF THE STA							

Na falta d'esta ultima tabella temos a formula que nos dá os seus valores, que é a seguinte:

Seja:

L, passeio do embolo, em pollegadas.

l, distancia caminhada pelo embolo, antes de se fechar a entrada do vapor no cylindro.

R, raio da expansão  $\frac{L}{l}$ 

H, logarithmo hyperbolico de R.

P, pressão inicial do vapor em libras, por pollegada quadrada.

b, pressão media do vapor durante o passeio do embolo expressa em libras por pollegada quadrada.

$$p = P \frac{1+H}{R} = P K.$$

Tabella dos logarithmos hyperbolicos

		J	JL	
Ponto do passeio do embolo, em que começa a expansão 	Raio da expansão R	Logarithmo hyperbolico ou trabalho da expansão só, o trabalho a todo o vapor, sendo = 1 H	Trabalho total, sendo o trabalho do vapor antes da expansão considerado — — — — — — — — — — — — — — — — — — —	Relação do trabalho total com expansão ao trabalho, sem expansão durante todo o passeio do embolo $K \ \mathrm{ou} \ \frac{4+H}{R}$
0.08	90.00	9.0089	2.0082	0.900
0,05	20,00 16.66	2,9953 2,8134	3,9953 3,8134	$0,200 \\ 0,229$
0,08	12,50	2.5257	3,5257	0,282
0,40	10.00	2.3026	3,3026	0.330
0,10	9,09	2,2073	3,2073	0,353
0,11	8,30	2,4203	3,4203	0,371
0,14	7,14	1,9661	2,9664	0,415
0,14	6,66	1.8971	2,8971	0,435
0,16	6,25	1,8326	2,8326	0,453
0,17	5,88	1,7720	2,7720	0,471
0,17	5,55	1.7148	2,7148	0,489
0,20	5.00	1,6094	2,6094	0.522
0,22	4.54	1,5207	2,5207	0.555
0,24	4,16	1,4271	2,4271	0.583
0,25	4.00	1,3863	2,3873	0.597
0,28	3,57	1,2730	2,2730	0,636
0,30	3.33	1,2040	2,2040	0,661
0,32	3,12	1,1394	2,1394	0,685
0,34	2.94	1,0788	2.0788	0,707
0,36	2,77	1.0217	2.0217	0.729
0,39	2,56	0.9416	1.9416	0,757
0,40	2,50	0,9163	1,9163	0,767
0.44	2.27	0,8209	1,8209	0.804
0.50	2.00	0.6932	1.6932	0.846
0.55	1.81	0,5978	1,5978	0,879
0,60	1,66	0,5408	1,5108	0,906
0,64	1,53	0,4460	1,4460	0,925
0,68	1,47	0,3853	1,3853	0,942
0,70	1,42	0,3563	4,3563	0,947
0,74	1,35	0,3011	1,3011	0,962
0,75	1,33	0,2877	1,2877	0,965
0,78	1,28	0,2466	1,2466	0,972
0,80	1,25	0,2234	1,2231	0,978
0,82	1,21	0,1984	1,1984	0,982
0,84	1,19	0,4745	4,1745	0,986
0,85	1,17	0,1625	1,1625	0,988
0,86	1,16	0,1507	1,4507	0,989
0,88	1,13	0,1278	1,1278	0,992
0,90	1,11	0,1054	1,1054	0,994
0,92	1,08	0,0833	1,0833	0,996
0,95	1,05	0,0513	1,0513	0,998
0,98	1,02	0,0202	1,0202	0,999
1,00	1,00	0,0011	1,0011	1,000
STATE OF THE PARTY	Carried States of the			



Exemplos:

1.º Pede-se a força de uma machina de alta pressão com expansão, nas seguintes condições:

Diametro do cylindro	0,	<sup>n</sup> ,30
Passeio do embolo	0	,72
Passeios simples por minuto		80
Pressão absoluta do vapor	5	atmospheras
Expansão a	1/4	oslikas,

logo, a superficie do embolo será:

$$S = 0.785 \times (0^{\text{m}}, 30)^2 = 0^{\text{m}2}, 070686.$$

A quarta parte de 
$$0^{m}$$
,  $72 = \frac{0.72}{4} = 0^{m}$ ,  $18$ .

O volume de vapor despendido por cada passeio do embolo

$$V = 0^{m2},070686 \times 0^{m},18 = 0^{m3},0127.$$

O vapor entrando apenas durante um quarto do passeio do embolo, o seu volume depois da expansão será igual a 4 vezes o volume primitivo, e como na tabella se vê que a quantidade de trabalho para a expansão a 4 vezes o volume primitivo de 1 metro cubico de vapor a 4 atmospheras (igual a 5 — 1) é de 98632 k. m.

Logo a quantidade de trabalho correspondente a  $0^{m3}$ ,0127 será:

$$0^{\text{m}3},0127 \times 98632 = 1252^{\text{k.m.}},62$$

effeito theorico da machina por um passeio do embolo.



O effeito util por segundo será

$$0.50 \times \frac{80 \times 1252.62}{4500} = 11,134$$

ou 11 cavallos-vapor.

O numero 4500 é divisor constante.

2.º Supponha-se uma machina nas mesmas condições, condensando porém o vapor.

N'este caso teriamos, superficie do embolo

 $0^{m2},070686.$ 

Volume do vapor despendido em cada passeio

 $0^{m3},0127.$ 

E 5 atmospheras menos a pressão de  $0^k$ , 15 por centimetro quadrado ou  $^4/_6$  de atmosphera (contrapressão no condensador).

Temos:  $5 - \frac{1}{6} = 4 \frac{5}{6}$  atmospheras.

Ora, como não temos na tabella pressão correspondente a 4 <sup>5</sup>/<sub>6</sub>, poderemos tomar a media entre 4,5 e 5, atmospheras, e não estaremos muito longe da verdade.

Sendo pois o trabalho de um metro cubico de vapor a 4,5 atmospheras 110961 k. m., e a 5 atmospheras de 125290 k. m. a media entre os dois numeros será

#### 118125 k. m.

Agora o trabalho correspondente ao vapor admittido no cylindro será de

$$0^{m3},0127 \times 118125 = 1500 \text{ k. m.}$$

trabalho theorico.



O effeito util será

$$0.50 \times \frac{80 \times 1500}{4500} = 13.33$$
 cavallos vapor

ou simplesmente 13 cavallos.

Agora resolveremos os mesmos dois problemas; applicando a formula ingleza, temos:

Diametro do cylindro.....  $0^m, 30 = 11,75$  pollegadas inglezas.

Passeio do embolo...... 0,72 = 2,4 pés

Passeios simples por minuto 80

Pressão do vapor no cylindro 4 atmospheras ou 60 libras.

Expansão.... $^4/_4$ 

Machina sem condensação. — Procurando na tabella dos logarithmos hyperbolicos acharemos

$$R = 4$$
, e  $H = 1,386$ .

Logo...
$$p = 60 \times \frac{1+1,386}{4} = 35,76$$
 libras

de pressão media com que o vapor actua durante todo o passeio do embolo.

Se não quizessemos fazer o calculo e procurassemos na tabella da expansão do vapor a differentes pressões, achariamos na columna vertical debaixo do numero 60 e na linha horisontal correspondente a  $^4/_4$ , 35,75 libras, resultado igual.

Agora applicando este resultado á formula geral.

Temos: area do embolo=1082, e

$$F = \frac{408 \times 35,76 \times (2,4 \times 80)}{33000} = 22,5$$
 cavallos



e......
$$0.50 \times 22.5 = 11.35$$
 cavallos,

força effectiva, resultado igual ao obtido pela formula franceza.

Machina com condensação — Sendo os dados os mesmos, e suppondo um vacuo de 26 pollegadas de mercurio, o que corresponde a 13 libras por pollegada quadrada, ou menos 2 libras de pressão em relação ao vacuo perfeito, o que é o mesmo que, 0<sup>k</sup>,15 por centimetro quadrado.

Teremos portanto que contar com a pressão absoluta do vapor, isto é, 5 atmospheras ou 75 libras menos a contrapressão no condensador ou

$$75 - 2 = 73$$
 libras

Não havendo na tabella pressão igual a esta, teremos de recorrer á formula da pressão media;

$$p = P \times \frac{1+H}{R} = 73 \times \frac{1+1,386}{4} = 43,5$$
 libras

Entrando agora com este numero na formula geral, temos:

$$F = \frac{408 \times 43.5 \times (2.4 \times 80)}{33000} = 26.12$$
 cavallos vapor

de força absoluta

e...........0,50 
$$\times$$
 26,12 = 13,06

ou simplesmente 13 cavallos, resultado igual ao da formula franceza

Os exemplos aqui citados não dizem respeito directamente a machina alguma existente; são meros exercicios para melhor comprehensão.



to shirt College colleges to 3 the may of - gas men essenti kirik de ette pe de krivermen entereribre a feer a location of grade on word, para media o poch change on Compass of malatings enviseed for the



### VIII

# MACHINAS DE TRIPLICE E QUADRUPLA EXPANSÃO

#### TIRAGEM FORÇADA

Pressão do vapor nas machinas maritimas. — Ainda não ha muitos annos que se julgava perigoso o emprego do vapor em alta pressão nas machinas maritimas, e ainda muitas presentemente, sobretudo em navios de guerra, funccionam com vapor a 30 libras

de pressão ou 2 atmospheras.

Os differentes e successivos melhoramentos, bem como os resultados obtidos com a adopção da machina systema compound ou de alta e baixa pressão com condensador de superficie, veiú fazer elevar a pressão do vapor a 60 e 80 libras, 4 e 5 atmospheras, e d'aqui a modificação na construcção das caldeiras, que passaram a ter a fórma cylindrica ou oval, para melhor poderem resistir. Hoje, porém, já nos não contentâmos com isto; as idéas caminhando sempre no sentido do progresso e imaginando o modo de aproveitar em trabalho util toda a força de que o vapor é susceptivel, projectou-se e poz-se em execução a machina de triplice e quadrupla expansão, e trata-se em muitas d'ellas de se addicionar a tiragem forçada.



Estes factos têem produzido uma especie de revolução no systema de construcção das machinas e caldeiras, que precisam presentemente serem construidas de chapa de aço e sufficientemente resistentes para supportarem as pressões elevadas de 150 a 180 libras inglezas ou 10 a 12 atmospheras.

Os resultados praticos já hoje obtidos em grande numero de machinas de vapores paquetes e mesmo em alguns navios de guerra de moderna construcção, tanto inglezes como francezes, não deixam duvida de que com este systema de machinas se obtem uma economia de combustivel superior a 20 por cento. Deve porém notar-se, que esta economia não deixa de soffrer reducções importantes, alem das despezas de primeira installação e augmento de apparelhos.

Maximo effeito util do vapor.—Theoricamente, o maximo effeito util que se póde obter com o emprego do vapor em uma machina depende do aproveitamento da sua força expansiva, levada ao maximo grau compativel com a maxima e minima temperatura de entrada e saída no cylindro em que foi empregado.

Sadi Carnot estabeleceu o grande principio de que a maior ou menor efficiencia de qualquer machina dependia da differença entre o limite mais alto e o mais baixo da temperatura do fluido motor empregado, e que esta differença devia ser a maior possivel para se obter o maior grau de efficiencia, por isso que uma maior quantidade de calor era transformado em trabalho util.

Nas machinas de vapor apparentemente parece dar-se o effeito contrario, porque se deve evitar o resfriamento dentro do cylindro (mas note-se que é o res-



friamento que não produz trabalho), e por conseguinte o abaixamento de temperatura, que dá como resultado a condensação do vapor e por conseguinte a perda de força, emquanto que o augmento de temperatura quando o fluido está separado da agua que o gerou não traz augmento de pressão.

Como dissemos n'outro capitulo, a vantagem das machinas mixtas em que a expansão do vapor tem logar em dois cylindros, sobre aquellas em que o mesmo vapor se expande o mesmo numero de vezes em um só cylindro, está no resfriamento e condensação, que é muito maior n'esta do que n'aquellas.

Machinas de triplice e quadrupla expansão. — Estas machinas, que se compõem de tres ou quatro cylindros, são baseadas no principio que ficou enunciado. A expansão do vapor aqui é levada, por assim dizer, ao seu maximo, começando a ter logar no primeiro cylindro ou de alta pressão e continuando nos outros até se projectar no condensador. Como principio obrigatorio de construcção, todos os cylindros são providos de camisas ou camaras exteriores por onde circula o vapor, por conseguinte o resfriamento dos cylindros é attenuado, bem como a condensação; a temperatura n'este caso é tão elevada no ultimo cylindro, que é superior á temperatura interna, e d'esta fórma a propria agua do vapor condensado chega a transformar-se outra vez em vapor, por conseguinte a differença de temperatura e o resfriamento nos cylindros entre a entrada e saída do vapor é levada ao minimo.

Pressão minima do vapor na saída para o condensador. — Segundo mr. Walter, a pressão minima mais vantajosa de saída n'estas machinas é de 12 libras.



Partindo d'este principio, e conhecendo o numero de expansões que o vapor deve soffrer, é facil determinar qual a pressão inicial que o mesmo vapor deve ter á entrada do cylindro de alta pressão, fornecido pela caldeira; assim se o vapor tiver de expandir-se em uma machina qualquer 12 vezes, a sua pressão inicial deverá ser,  $12 \times 12 = 144$ , ou sejam 150 libras, e a sua entrada no cylindro de alta pressão deverá ser fechada a  $\frac{1}{42}$  do passeio do embolo.

A pressão absoluta n'este caso será

# 150+15=165 libras

Velocidade do vapor á entrada dos cylindros de uma machina de triplice expansão. — Esta velocidade não deve exceder 300 pés por segundo na sua entrada e 170 pés na saída do cylindro.

A seguinte regra dá a velocidade: multiplique-se a area do cylindro pela velocidade do embolo em pés por segundo, e divida-se o producto pela area do orificio de admissão.

A velocidade do vapor n'estas machinas, segundo mr. R. Wellie, deve ser a seguinte:

TATE OF THE RESERVE	Cylindro de alta pressão	Cylindro intermedio	Cylindro de baixa pressão
	Pés	Pés	Pés
Velocidade de entrada	100	200	250
Velocidade de saída	90	120	140

Differentes velocidades de embolo. — A velocidade de embolo nas machinas modernas varia consideravelmente; na pratica vae desde 300 a 1:200 pés por minuto.



A velocidade regular das machinas compound ou de alta e baixa pressão, que em harmonia com as outras começaremos a chamar-lhe de expansão dupla, é de 420 pés por minuto; as de triplice expansão, trabalhando com velocidade moderada, regula por 500 pés por minuto, subindo a 750 e 800 pés para as que trabalham com grande velocidade. As machinas dos vapores torpedeiros funccionam com velocidade de 1:000 e 1:200 pés por minuto.

Quanto maior for a velocidade maior cuidado deve haver em que a machina esteja perfeitamente contrabalançada, para que os esforços exercidos sobre as manivellas sejam o mais iguaes e regulares possivel; as machinas que melhor satisfazem a esta condição especial são as de tres manivellas estabelecidas formando angulo de 120 graus.

Força nominal das machinas de dupla, triplice e quadrupla expansão. — Já na parte em que tratámos das machinas de alta e baixa pressão, ou de expansão dupla, apresentámos a formula empregada para achar a força nominal d'estas machinas; agora só teremos a acrescentar que, segundo os fabricantes, na mesma formula  $\frac{D^2+d^2}{30}$  póde ser alterado o divisor desde 26 até 33.

Machina de triplice expansão com condensador de superficie. — A formula para achar a força nominal é a seguinte

 $F = rac{d^2 + d'^2 + D^2}{5,5 \ x}$ 

d == diametro do cylindro de alta pressão;
d' == diametro do cylindro de media pressão;
D == diametro do cylindro de baixa pressão;



x = representa o numero de vezes que a força indicada deve ser superior á força nominal;

F =força nominal.

N'esta formula suppõe-se que a pressão de vapor na caldeira é de 150 libras por pollegada quadrada.

Exemplo. — Em uma machina de triplice expansão os cylindros têem as seguintes dimensões: o de alta pressão 20 pollegadas de diametro; o de media pressão 34; e o de baixa pressão 54 pollegadas.

A machina deve desenvolver uma força indicada superior 6 vezes á força nominal; achar uma e outra? N'este caso x = 6.

$$F = \frac{(20)^2 + (34)^2 + (54^2)}{5.5 + 6} = \frac{400 + 1456 + 2916}{33} = 135.5$$
 cavallos nominaes.

Esta machina deverá portanto desenvolver em trabalho,  $135,5 \times 6 = 813$  cavallos indicados.

Machina de quadrupla expansão com condensador de superficie. — Para o calculo da força nominal d'esta machina temos de entrar na formula com mais o diametro de um cylindro, que designaremos por d".

Exemplo. — Supponha-se que a machina tem um cylindro de alta pressão, cujo diametro d=16.5 pollegadas; o diametro do primeiro cylindro medio d'=23.5 pollegadas; o do segundo d''=33 pollegadas, e finalmente o de baixa pressão D=45 pollegadas.

Suppondo x = 6, teremos:

$$F = \frac{(16,5^2) + (23,5)^2 + (33)^2 + (45)^2}{4,5 \times 6} = \frac{3938,5}{27} = 145$$
 cavallos.



Esta machina deverá desenvolver  $145 \times 6 = 870$  cavallos indicados.

Os numeros 4,5 e 5,5 são constantes.

Pressão media effectiva de vapor n'estas machinas.—O processo a empregar é o mesmo que já ficou citado quando tratámos das machinas trabalhando com o vapor por expansão, no emtanto repetil-o-hemos aqui, porque na formula que vamos empregar ha alguma differença, por se tratar do numero de vezes que o vapor é expandido, e não do ponto em que a entrada do vapor é fechada para o cylindro.

A regra é a seguinte:

Addicione-se uma unidade ao logarithmo hyperbolico do numero total de expansões, divida-se a somma pelo numero total de expansões, e multiplique-se o quociente pela pressão absoluta do vapor (pressão indicada no manometro mais 15 libras); do resultado deduza-se a contrapressão no condensador, que deverá ser tomada em 3 libras, e o resto será a pressão media com a qual o vapor funccionou durante o trabalho da machina.

Exemplo 1.º—Pede-se a pressão media do vapor em uma machina de alta e baixa pressão, ou de expansão dupla, sendo a pressão inicial do vapor á entrada do cylindro de alta pressão 69 libras e a pressão final no de baixa pressão 12 libras por pollegada quadrada.

Temos:

1.º—Pressão absoluta

69 + 15 = 84 libras

 $e^{\frac{84}{42}}$  = 7 numero total de expansões.



Logarithmo hyperbolico de 7, conforme a tabella de pag. 311,  $\acute{e}=1,9459.$ 

e..... 
$$\frac{1+1,9459}{7} = 0,4208$$

Agora, 0,4208 × 84<sup>nb.</sup> = 35,34 libras conforme a tabella de pag. 313, de pressão media por pollegada quadrada, das quaes deduzindo 3 de contrapressão no condensador, dá o resultado final de

$$35,34 - 3 = 32,34$$

Se tratassemos de uma machina de triplice ou quadrupla expansão procederiamos do mesmo modo.

Força indicada ou absoluta d'estas machinas.—A força indicada póde calcular-se approximadamente conhecendo a velocidade do embolo e a pressão media effectiva do vapor nos cylindros.

Admitte-se na pratica que a pressão media effectiva no cylindro de baixa pressão n'uma machina de tres cylindros (triplice expansão) está reduzida a <sup>4</sup>/<sub>5</sub> da pressão inicial, e que a velocidade do embolo é de 500 pés por minuto, em machinas trabalhando com velocidade moderada, e 770 pés para as machinas funccionando com grande velocidade.

Assim, por exemplo, as machinas de triplice expansão do vapor Thames, funccionam com vapor a 155 libras de pressão inicial, ou sejam 150+15=166 libras por pollegada quadrada de pressão absoluta; se tomarmos  $^4/_5$  obteremos 33 libras como pressão media effectiva; o cylindro de baixa pressão d'esta machina tem 54 pollegadas de diametro, e as machinas trabalham com uma velocidade moderada.



N'estas condições qual deverá ser a força indicada ou absoluta em cavallos d'esta machina?

Temos:

$$F = \frac{(54)^2 \times 0.7854 \times 33 \times 500}{33000} = 1145$$

cavallos indicados.

Outro exemplo.—As machinas do mesmo systema do vapor Orizaba, trabalham com a mesma pressão de vapor, mas o cylindro de baixa pressão tem 100 pollegadas de diametro e funcciona com grande velocidade. Qual será a força indicada ou absoluta n'este caso?

Temos:

$$\frac{(400)^2 \times 0,7854 \times 33 \times 770}{33000} = 6000$$

cavallos.

Achar a area dos cylindros de uma machina de triplice expansão.—Uma machina de triplice expansão possue cylindros de 21, 35 e 57 pollegadas de diametro; a sua força nominal é de 224 cavallos. Pergunta-se quantas pollegadas circulares de superficie correspondem á força de um cavallo nominal na area dos cylindros e em que proporção estão os respectivos diametros?

Temos:

$$\frac{(24)^2 + (35)^2 + (57)^2}{224} = 21,94$$

pollegadas circulares de area de cylindro por cavallo nominal



e... 21<sup>2</sup>: 57<sup>2</sup> :: 1:6,859 proporção do cylindro de alta pressão ao de baixa pressão.

35<sup>2</sup>: 57<sup>2</sup> :: 1:2,469 proporção do cylindro medio ao de baixa pressão.

Proporcionar os cylindros para uma machina de triplice expansão.—A proporção entre estes cylindros, depende da pressão nominal do vapor no cylindro de alta pressão e póde ser calculada pela seguinte formula:

$$B P = \frac{33000 \times F}{x \times (S \times 2 \times N)}$$

$$A P = \frac{B P}{p \times 0,042}$$

$$M = A P \times 2,5$$

As letras têem as seguintes significações:

F =força em cavallos indicados;

x = pressão media do vapor em libras por pollegada quadrada;

S = passeio do embolo em pés;

N = revoluções da arvore da machina por minuto;

BP == area do cylindro de baixa pressão;

A P == area do cylindro de alta pressão;

M — area do cylindro medio;

p == pressão absoluta do vapor em libras;

0.042 = coefficiente.

Achar os diametros correspondentes dos cylindros de uma machina de triplice expansão.— Para achar os diametros d'estes cylindros não temos



mais do que applicar as formulas antecedentes e extrahir a raiz quadrada ao producto dividido por 0,7854.

Exemplo. — Pede-se o diametro dos tres cylindros de uma machina de triplice expansão nas seguintes condições. A machina deve desenvolver 1:000 cavallos indicados, os embolos deverão ter um passeio de 3 pés, 6 pollegadas e a arvore da machina dar 60 revoluções por minuto; a pressão inicial do vapor são 150 libras, e a pressão media deverá ser 30 libras por pollegada quadrada.

A pressão absoluta será 150 + 15 = 165 libras.

Temos:

1.°  $BP = \frac{33000 \times 1000}{30 \times (3.5 \times 2 \times 60)} = 2620$  pollegadas quadradas.

2.°  $AP = \frac{2620^{\text{p}^2}}{165 \times 0.042} = 379 \text{ pollegadas quadradas.}$ 

3.°  $M = 379 \times 2.5 = 948$  pollegadas quadradas.

Agora:

 $\sqrt{\frac{2620}{0.7854}}$  = 58 pollegadas, diametro de cylindro de baixa pressão.

 $\sqrt{\frac{948}{0,7854}}$  == 35 pollegadas, diametro do cylindro medio.

 $\sqrt{\frac{379}{0,7854}}$  == 22 pollegadas, diametro do cylindro de alta pressão.



A proporção d'estes cylindros em numeros redondos é de

# 1:2,5:7

Achar o diametro dos cylindros para uma machina de quadrupla expansão. — As formulas a empregar são as mesmas do problema antecedente, com a differença que tendo dois cylindros intermedios designaremos um por A, e outro por B, e as suas proporções serão as seguintes

$$\begin{array}{c}
A = AP \times 2 \\
B = A \times 2
\end{array}$$

Exemplo. — Pede-se o diametro dos quatro cylindros de uma machina de quadrupla expansão nas seguintes condições: força indicada 500 cavallos, os embolos têem um passeio de 2 pés, e a machina dá 105 revoluções por minuto com vapor á pressão inicial de 165 libras por pollegada quadrada, devendo o vapor ser expandido 15 vezes?

A pressão absoluta será 165 + 15 = 180 libras.

A pressão media devendo o vapor ser expandido 15 vezes, segundo a tabella de pag. 313 será 44,49 libras, das quaes deduzindo 3,09 de contrapressão no condensador teremos 44,49 - 3,09 = 41,44 libras como pressão media effectiva.

Agora temos:

 $BP = \frac{33000 \times 500}{41.4 \times (2 \times 2 \times 105)} = 948,93$  pollegadas quadradas de area do cylindro de baixa pressão.



 $AP = \frac{948,93}{180 \times 0,042} = 125,52$  pollegadas quadradas para area do cylindro de alta pressão.

 $A = 125,52 \times 2 = 251,04$  pollegadas quadradas

 $B = 251,04 \times 2 = 502,08$  pollegadas quadradas.

Os diametros dos respectivos cylindros serão

$$BP = \sqrt{\frac{948.93}{0,7854}} = 34,75$$
 pollegadas.   
 $B = \sqrt{\frac{502,08}{0,7854}} = 25,5$  pollegadas.   
 $A = \sqrt{\frac{251,04}{0,7854}} = 18$  pollegadas.   
 $AP = \sqrt{\frac{125,52}{0.7854}} = 12^3/_4$  pollegadas.

A proporção entre estes cylindros é proximamente 1:2:4:7,5.

Espessura dos cylindros internos em ferro fundido e em aço. — Os cylindros de vapor para estas machinas costumam presentemente serem encamisados com outro cylindro interno de ferro fundido grão muito fino e compacto, ou então com cylindro de aço macio, deixando ficar entre os dois cylindros uma camara onde circula o vapor.

A formula para achar a espessura que deve dar-se ao cylindro interno quando é de ferro fundido é a se-

guinte:



 $E = \frac{DP}{C}$  na qual as letras têem a designação:

D = diametro do cylindro em pollegadas;

P == pressão inicial do vapor em libras por pollegada quadrada;

C = coefficiente igual a 2400 para o ferro fundido e 3500 para o aço.

Exemplo. — Que espessura deveremos dar ás paredes de um cylindro de ferro fundido tendo 50 pollegadas de diametro e devendo funccionar com vapor a pressão inicial de 75 libras?

Temos:

$$E = \frac{50 \times 75}{2400} = 1^{p},56$$
 ou  $1^{5}/_{8}$  pollegadas.

Se o mesmo cylindro fosse de aço teriamos:

$$E = \frac{50 \times 75}{3500} = 1^{p},07$$
 ou 1 pollegada de espessura.

Transformação das machinas «compound» ou de expansão dupla em machinas de triplice e quadrupla expansão. — Desde 1887 que uma parte das machinas de alta e baixa pressão de cylindro vertical invertido (Steam hammer engine) dos navios do commercio têem sido transformadas em machinas de triplice e quadrupla expansão; este systema de machina presta-se facilmente a esta transformação, a qual póde fazer-se sobrepondo novos cylindros verticalmente sobre os existentes, ou collocando um novo cylindro a par, o que vem a ser o addicionar mais uma machina completa ás existentes.



Este modo de resolver a questão tem o inconveniente de tomar mais espaço ao navio, mas tem a grande vantagem de augmentar mais uma manivella e dividir regularmente a força exercida da machina sobre a arvore, ficando as manivellas n'um angulo de 120 graus.

-instance source equal elimination of the section



Tabella de logarithmos hyperbolicos

Numero	Logarithmo	Numero	Logarithmo .	Numero	Logarithmo
1 1/4	0,2234	$6\frac{1}{2}$	1,8718	$\frac{11\frac{3}{4}}{}$	2,4636
$1\frac{1}{2}$	0,4054	$6\frac{3}{4}$	1,9095	12	2,4849
$1\frac{3}{4}$	0,5594	7	1,9459	$12\frac{1}{4}$	2,5052
2	0,6934	$7\frac{4}{4}$	1,9810	$12\frac{1}{2}$	2,5262
$2\frac{1}{4}$	0,8109	$7\frac{1}{2}$	2,0149	$12\frac{3}{4}$	2,5455
$2\frac{4}{2}$	0,9162	$7\frac{3}{4}$	2,0477	13_	2,5649
$2\frac{3}{4}$	1,0116	8	2,0794	$43\frac{1}{2}$	2,6027
3	1,0986	$8\frac{4}{4}$	2,1102	14	2,6394
$3\frac{4}{4}$	1,1787	$8\frac{1}{2}$	2,1401	$14\frac{1}{2}$	2,6740
$3\frac{1}{2}$	1,2528	$8\frac{3}{4}$	2,1694	15	2,7081
$3\frac{3}{4}$	1,3217	9	2,1972	$45\frac{1}{2}$	2,7408
4	1,3862	$9\frac{4}{4}$	2,2246	46	2,7726
4 4	1,4469	$9\frac{1}{2}$	2,2513	$16\frac{1}{2}$	2,8034
$4\frac{1}{2}$	1,5040	$9\frac{3}{4}$	2,2773	17	2,8332
$4\frac{3}{4}$	1,5584	10	2,3026	$17\frac{1}{2}$	2,8621
5	1,6094	$10\frac{4}{4}$	2,3279	18	2,8904
$5\frac{4}{4}$	1,6582	$10\frac{1}{2}$	2,3513	$18\frac{1}{2}$	2,9173
$5\frac{1}{2}$	1,7047	$10\frac{3}{4}$	2,3749	19	2,9444
$5\frac{3}{4}$	1,7492	11	2,3979	$19\frac{1}{2}$	2,9703
6	1,7918	$11\frac{4}{4}$	2,4201	20	2,9957
$6\frac{4}{4}$	1,8326	$11\frac{1}{2}$	2,4430	-	<u> </u>

Tabella da pressão media do vapor nas machinas, trabalhando com expansão, variando a pressão inicial e sendo a pressão final 12 libras

	Ponto	Pressão media	Pressão	absoluta
Numero de vezes qu <i>e</i> o vapor é expandido	do passeio do embolo em que é fechada a entrada do vapor	em todo o passeio do embolo, sendo a pressão inicial = 4	Pressão inicial em libras por pollegada quadrada	Pressão media em libras por pollegada quadrada
1 1/8	7/8	0,9933	13,5	13,40
1 1/4	4/5	0,9875	15,0	14,81
$1^{1/3}$	3/4	0,9641	16,0	15,42
1 3/7	7/10	0,9488	17,1	16,22
1 1/2	2/3	0,9369	18,0	16,88
$1^{2}/_{3}$	6/10	0,9090	20,0	18,18
1 3/4	4/7	0,8912	21,0	18,71
2	1/2	0,8465	24,0	20,31
2 1/4	4/9	0,8048	27,0	21,73
23/11	11/25	0,8010	26,18	20,95
2 1/2	2/5	0,7664	30,0	22,99
2 3/4	4/11	0,7341	33,0	24,12
3	1/3	0,6995	36,0	25,18
$3^{1/4}$	4/13	0,6703	39,0	26,14
$3^{1/3}$	3/10	0,6618	40,0	26,47
3 1/2	2/7	0,6436	42,0	27,03
3 3/4	4/15	0,6191	45,0	27,85
4	1/4	0,5965	48,0	28,63
41/4	4/5	0,5757	51,0	29,36
4 1/2	2/9	0,5463	54,0	29,50
4 3/4	4/19	0,5385	57,0	30,69
5	1/5	0,5218	60,0	31,30
5 1/4	4/21	0,5063	63,0	34,89
5 1/2	2/11	0,4917	66,0	32,45
5 3/4	4/23	0,4781	69,0	32,98
6	1/6	0,4653	72,0	33,50



30-113 · 13	Ponto	Pressão media	Pressão	absoluta
Numero de vezes que o vapor é expandido	do passeio do embolo em que é fechada a entrada do vapor	em todo o passeio do embolo, sendo a pressão inicial = 1	Pressão inicial em libras por pollegada quadrada	Pressão media em libras por pollegada quadrada
6 1/4	4/25	0,4532	75,0	33,99
6 1/2	2/13	0,4418	78,0	34,46
6 3/4	4/27	0,4310	81,0	34,91
7	1/7	0,4208	84,0	35,34
7 1/4	4/29	0,4111	87,0	35,69
7 1/2	2/15	0,4002	90,0	36,11
7 3/4	4/31	0,3932	93,0	36,56
8	1/8	0,3849	96,0	36,95
8 1/4	4/33	0,3779	99,0	37,32
81/2	2/17	0,3694	102,0	37,67
8 3/4	4/35	0,3621	105,0	38,02
9	1/9	0,3552	108,0	38,36
9 1/4	4/37	0,3486	111,0	38,69
9 1/2	2/19	0,3422	114,0	39,01
93/4	4/39	0,3364	117,0	39,32
10	1/10	0,3302	120,0	39,62
10 1/2	2/21	0,3191	126,0	40,20
11	1/11	0,3089	132,0	40,77
11 1/2	2/23	0,2993	138,0	41,30
12	1/12	0,2904	144,0	41,81
12 1/2	2/25	0,2821	150,0	42,31
13	1/13	0,2742	156,0	42,77
13 1/2	2/27	0,2668	162,0	43,22
14	1/14	0,2599	168,0	43,66
14 1/2	2/29	0,2533	174,0	44,07
15	1/15	0,2472	180,0	44,49
15 1/2	2/31	0,2412	186,0	44,86
16	1/16	0,2358	192,0	45,37
17	1/17	0,2255	204,0	46,02
18	1/18	0,2160	246,0	46,65
19	1/19	0,2076	228,0	47,33
20	1/20	0,1998	240,0	47,95



Caldeiras de alta pressão maritimas. — Desde a adopção das machinas de alta e baixa pressão, as caldeiras de vapor maritimas tiveram de ser transformadas e passaram a ter a fórma cylindrica ou oval e a serem construidas com chapa de ferro de 4/2 pollegada a <sup>5</sup>/<sub>8</sub> e mais de espessura, as juntas de cravação sobrepostas ou cintadas recebiam cravações duplas e triplas, isto com o fim de resistirem com segurança a pressões de vapor que se elevavam de 60 a 80 libras por pollegada ingleza quadrada. Presentemente as pressões de vapor necessarias para o trabalho das machinas a triplice e quadrupla expansão elevando-se a 150 e 180 libras por pollegada quadrada, torna necessario, não só augmentar a espessura das chapas da caldeira que chegam a ter <sup>7</sup>/<sub>8</sub> de pollegada, mas tambem lançar mão de material mais resistente. Para que a espessura da chapa não chegue a attingir dimensões exageradas, emprega-se presentemente para a construcção d'estas caldeiras a chapa de aço macio e proprio para este fabrico, pois que se torna condição essencial que a chapa não mude de estructura nem adquira tempera pela influencia do aquecimento e resfriamento a que está sujeita.

Esta parte, sendo uma das mais difficeis de resolver, ou pelo menos aquella que maiores cuidados requer, tem dado logar a um estudo importante tendente a procurar o modo de obter da mesma quantidade de carvão uma maior producção de vapor; este facto teria como consequencia duas vantagens immediatas: diminuir as dimensões das caldeiras para a mesma producção de vapor e por conseguinte tornal-as mais resistentes, e obter uma grande economia no consumo



do combustivel. Os meios até agora empregados para conseguir este resultado, e dos quaes temos conhecimento, são dois: o emprego das caldeiras chamadas de tubos de agua, ou de vaporisação instantanea, e o estabelecimento da tiragem forçada nas caldeiras de construção ordinaria.

Caldeira de tubos de agua ou de vaporisação instantanea. — Estas caldeiras, cuja construcção não é muito moderna, não têem gosado de grande favor e só ha pouco tempo, em vista dos melhoramentos constantes por que têem passado, é que começam a ter algum emprego, com especialidade em Franca. A vantagem d'este systema de caldeira é o poder considerar-se toda a sua superficie de calorico directa, porque, por assim dizer, toda ella está exposta á acção directa da chamma. O volume de agua é insignificante, porque se acha immensamente dividido por pequenos tubos, que são constantemente circulados pela chamma; por conseguinte a vaporisação faz-se com muita rapidez e só no tempo preciso da agua circular nos tubos por meio da alimentação forçada, d'aqui tambem o nome de caldeiras inexplosiveis, porque o vapor não tem tempo de se accumular nos tubos e passa immediatamente d'estes para um reservatorio ou camara cylindrica que o fornece depois á machina. O maior inconveniente d'estas caldeiras é o grande numero de juntas para a ligação dos tubos, e a exposição constante d'estes á acção directa do calor; d'aqui a repugnancia em muitos constructores de applicarem estas caldeiras.

Entre nós acaba de collocar-se a primeira d'este systema em um pequeno vapor da fiscalisação da alfandega; a despeza de primeira installação foi impor-



tante, a economia obtida com o seu emprego, a sua duração, e as vantagens que deve offerecer para o serviço, serão objecto do nosso estudo para mais tarde formarmos opinião segura.

O constructor francez que forneceu esta caldeira, e que mais tem trabalhado para a fazer adoptar, é Belle-Ville.

Tiragem forçada.—Quer dizer, fornecer ás fornalhas de uma caldeira de vapor maior quantidade de ar do que aquella que póde ser attrahida pela tiragem natural operada pela chaminé. Empregam-se tres methodos para obter este effeito: mandar o ar por meio de ventoinha com uma certa pressão directamente aos cinzeiros; collocar ventoinhas trabalhando na camara das caldeiras ou perto da escotilha da mesma camara, na coberta ou convez, ou na base da chaminé, para produzir tiragem através da grelha em logar de forçar o ar pelos cinzeiros, e finalmente o emprego de uma parte de vapor na chaminé para augmentar a tiragem, ou qualquer outra fórma de injector como o de Körting's que se usa em logar de ventoinha.

O que parece dar melhores resultados é o emprego da ventoinha quando mandada por machina independente.

O objecto que se tem em vista, empregando a tiragem forçada, é augmentar a producção do vapor que naturalmente póde ser gerado pela caldeira. É claro que, em identidade de circumstancias entre duas caldeiras, a que consumir mais carvão na mesma unidade de tempo deve produzir mais vapor. Dá-se, porém, o caso que, empregando a tiragem forçada, a combustão póde ser mais perfeita do que pela tiragem natural, e



por este modo obter-se uma certa economia de combustivel. Isto porém nem sempre tem logar, como acontece em alguns vapores torpedeiros, que trabalhando as caldeiras com uma boa tiragem natural, a producção do vapor é mais economica do que empregando a tiragem forçada, e em que se despende mais carvão, porque a camara do fumo, elevando-se a uma alta temperatura, dá logar a que uma grande quantidade de carvão seja arrastado e sáia pela chaminé sem ser queimado.

Deve pois sempre ter-se em vista que a tiragem forçada só excepcionalmente traz como resultado a economia de combustivel, e antes pelo contrario póde a applicação d'este systema ter como consequencia o arruinar as fornalhas pela enorme quantidade de calor localisado. Isto comtudo não quer dizer que a tiragem forçada não possa ser empregada em alguns casos vantajosamente.

Cuidados que deve haver e inconvenientes da applicação da tiragem forçada. — Apparentemente nada mais simples do que fornecer ar a uma fornalha com a pressão de uma pollegada de altura de agua; na realidade, porém, o problema da applicação para obter verdadeiro successo é excessivamente difficultoso de resolver. Uma das grandes difficuldades é a de poder espalhar o ar com igualdade através da grelha e do carvão, outra é a de prevenir a localisação do calor em um ponto qualquer da fornalha; as ventoinhas precisam muita attenção, as grelhas queimam-se, as pontes ou altares, destroem-se, as cravações do ferro soffrem e d'aqui as fugas de agua.

Vantagens que é possivel obter com o emprego da tiragem forçada.—Tornar mais activa a combus-



tão, produzindo um fogo mais brilhante, elevando a temperatura dos gazes desenvolvidos, diminuindo-lhe o volume e a velocidade. A alta temperatura devida á rapidez e diffusão do ar através do combustivel dá em resultado o queimar completamente os gazes e evitar a formação do oxido de carbone, e por conseguinte a saída de fumo pela chaminé, chegando ali os gazes n'uma temperatura muito mais baixa do que nas das caldeiras de tiragem natural, em que se torna indispensavel uma alta temperatura para estabelecer o desequilibrio que produz a tiragem.

Com a tiragem forçada obtem-se o maximo effeito de combustão com a minima quantidade de combustivel e de ar; d'aqui reducção da superficie de grelha e superficie de calorico, e por conseguinte diminuição no volume da caldeira, podendo obter-se a mesma força de vaporisação com uma caldeira de menores dimensões; poder empregar-se um carvão de qualidade inferior, produzindo um resultado igual ao de melhor qualidade nas caldeiras de tiragem natural, e finalmente a força em cavallos indicados por pé quadrado de superficie de grelha e tonelada de peso da caldeira é quasi o dobro.

A seguinte tabella de experiencias de comparação feitas em differentes navios francezes e inglezes, resumo de uma grande quantidade de outras, provam o que deixámos dito



# Resultados de experiencias em navios de vapor de guerra franceas

Nomes dos navios	Cavallos	indicados	Superficie	de grelha
Nomes dos navios	Tiragem natural	Tiragem forçada	Tiragem natural	Tiragem forçada
Navios de guerra francezes				
Foudroyant	6016	8088	732	732
Duperré	6075	8010	730	730
Bayard	3255	4064	416	416
Naiade	2663	3215	340	340
Iphigenie	2230	2762	284	284
Sfax	5000	7500	538	538
Couraçados inglezes				
	NNOO	8500	570	
Renown	5500 4658	4023	574	293
Conqueror	4008	4023	9/4	490
Cruzadores	enter de			
Leander	4233	4658	545	545
Hervine	1127	702	110	55
Hyacinth	1195	1445	110	110
Satellite	1116	1397	110	82,5
Vapor correio	ang K			
			e godeki	201
Archer	2400	3500	224	224
Scout	2100	3200	204	204
Blitz (allemão)	1794	2808	298,5	298,5



e inglezes, empregando a <mark>tiragem</mark> natural e a tiragem forçada

C. I. por pe	g quadrado relha	Carvão p	or C. I.	Percenta- gem ganha por C. I.	Systema de tiragem empregado
Tiragem natural	Tiragem forçada	Tiragem natural	Tiragem forçada	e por pé quadrado de grelha	empregauo
8,22	11,05	2,20	2,51	34,4	Jacto na cham <del>i</del> né.
8,33	10,99	2,20	2,42	31,9	Idem.
7,82	9,67	2,31	2,73	24,8	Idem.
7,83	9,46	2,42	2,98	20,7	Idem.
7,85	9,73	2,09	2,09	23,9	Idem.
9,29	14,00	-	-	50,0	Camara das caldeiras com escotilha fechada.
					COM OBOOTING 1002000
	16				
9,65	15,00			54,5	Idem.
7,96	13,41	·	-	68,5	Idem.
					Carry Company
7,77	8,55	2,01	1,98	10,04	Escotilhas abertas.
10,25	12,8	=	-	24,9	[dem.
10,87	13,13	100 m	-	20,9	Idem.
10,15	16,9	-	+	66,5	Escotilha fechada.
10,7	15,6	-	-	45,2	Idem.
10,2	15,6	_	_	52,4	ldem.
6,01	9,43	_	.,	56,4	Idem.

Tiragem forçada, systema Martin's. — N'este systema as ventoinhas são estabelecidas na base ou calotte da chaminé, e por meio do trabalho das quaes o ar é attrahido e forçado a passar através da grelha e combustivel, e em seguida os productos da combustão através dos conductos e tubos; d'este modo a tiragem torna-se independente da altura da camara do fumo.

As experiencias feitas com este systema de tiragem forçada em uma caldeira de 5,5 pés de diametro, com uma simples fornalha de 2 pés e 3 pollegadas de diametro, 44 tubos de 3 pollegadas e 4,5 pés de comprimento, tendo uma superficie de calorico de 27 pés quadrados nos tubos, 17 na fornalha e 38 na camara de combustão, deu os seguintes resultados comparativos empregando duas ventoinhas de 24 pollegadas de diametro, fazendo 1400 revoluções por minuto.

Tabella comparativa dos resultados obtidos com a tiragem natural e tiragem forçada pelo systema Martin's

Duração da experiencia 4 horas	Tiragem forçada	Tiragem natural
Carvão empregado	Nixon's 500	Nixon's
— 152	-	
ficie de grelha	18,5 72° 5678	12,96 72° 2788
Agua vaporisada por libra de carvão	44,35 43 240	7,96 9,12 103,2
Pressão do vapor por pollegada quadrada Revoluções da ventoinha	70 1400	60



Tiragem forçada, systema Howden's. - N'este systema que, áparte os inconvenientes, parece ser o que apresenta resultados mais vantajosos, o ar forçado para a combustão é primeiro aquecido, passando por uma serie de tubos collocados na calotte da chaminé onde são banhados pelos gazes da combustão que se dirigem á mesma chaminé. Na applicação d'este systema os cinzeiros são tapados, e o ar quente passa, não só inferiormente através das grelhas, mas tambem pela parte superior do fogo, obtendo-se por este meio a completa combustão. O ar fornecido aos cinzeiros é graduado de modo a conservar uma pressão sufficiente para gazeificar o carvão, transformando-o em oxido de carbone, que se espalha sobre a superficie da fornalha, onde encontra o ar que entra superiormente, que é projectado com força e velocidade a uma alta temperatura pelos furos da porta da fornalha e camara de ar exterior; este ar queima então todos os gazes desenvolvidos e conserva a superficie do carvão com uma chamma branca e brilhante.

Os resultados obtidos em duas viagens de um vapor, comparando o systema de tiragem natural com o de tiragem forçada de Howden's, constam da seguinte:

Tabella das caldeiras

	Com tiragem natural			Com tiragem forçada		
	Revolução da machina	Cavallos indicados	Consumo de carvão em 24 horas Toneladas	Revolução da machina	Cavallos indicados	Consumo de carvão em 24 horas Toneladas
Ida Volta	56 59	564	13,5 15	57 60	623	9,5



#### Dimensões das caldeiras

estos telengialeste en en en en Perochioane entercial ate	Com tiragem natural	Com tiragem forçada
Comprimento	17 pés	11 pés
Diametro	12,5 pés	44 pés
Capacetes	2	- 4
Numero de fornalhas	4	3
Diametro	3 pes 5 pollegadas	3 pés 4 pollegadas
Numero de tubos	372	210
Comprimento e diametro .	6 pés $4^{1}/_{2}$ polleg. por $3^{1}/_{2}$ polleg.	8 pés por 3 polleg.
Superficie dos tubos	2173 pés quadrad.	4349 pés quadrad.
Comprimento de grelha	5,5 pés	4 pes 11/2 polleg.
Superficie total de grelha.	75 pés quadrados	36 pés quadrados

Os tubos de aquecimento do ar eram 40 de 2 pés 3 pollegadas de comprido por 3 \(^4\)/<sub>4</sub> pollegadas de diametro exterior.

As caldeiras empregando o systema de tiragem forçada de Howden's apresentam uma força de evaporação de proximamente 25 cavallos indicados por cada pé quadrado de superficie de grelha para machinas de expansão dupla (alta e baixa pressão) trabalhando com vapor a 80 libras de pressão, e 30 cavallos, indicados para a mesma superficie de grelha nas machinas de triplice expansão, funccionando com vapor a 140 libras de pressão inicial, tendo n'estas condições um consumo de carvão de 1,35 libras e 1,1 libras respectivamente por cavallo indicado, resultado que parece immensamente satisfactorio.

No emtanto, apesar das vantagens tão preconisadas pelo emprego da tiragem forçada, consta que nas ma-



chinas da esquadra ingleza nas manobras de outubro de 1887, dois dos navios couraçados que fizeram uso da tiragem forçada, não só não tiraram resultado como tiveram as caldeiras em mau estado pela quantidade de fugas de agua e vapor a que o emprego da mesma tiragem deu causa.

Fornalhas circulares.— Formula empregada pelo Board of trad para as fornalhas circulares. Sendo as

juntas longitudinaes caldeadas ou cintadas:

90000 × pelo quadrado da espessura da chapa em pollegadas (Comprimento em pés + 1) × diametro em pollegadas

a pressão de trabalho effectivo em libras por pollegada quadrada, toda a vez que o producto não exceda o que se póde obter pela seguinte formula:

8000 × espessura da chapa em pollegadas diametro em pollegadas

O comprimento é medido entre os aros de cantoneira se a fornalha é assim construida.

Se a junta é sobreposta, o numero 90000 é substi-

tuido por 70000.

Fornalhas de chapa ondulada. — Para as fornalhas construidas com esta chapa feita á machina, quando nova e bem circular, póde calcular-se a pressão de trabalho que podem supportar com segurança pela seguinte formula toda a vez que a chapa não tenha menos de <sup>5</sup>/46 pollegadas de espessura

 $\frac{12500 \times T}{D}$ 

T — espessura da chapa em pollegadas D — diametro medio em pollegadas.



Tabella das dimensões dos cylindros de algumas machinas de triplice expansão, recentemente construidas, funccionando com vapor a 150 e 160 libras de pressão por pollegada quadrada

Nomes dos navios	Diametro do cylindro de alta pressão Polleg.	Diametro do cylindro medio — Polleg.	Diametro do cylindro de baixa pressão Polleg.	Comprimento do passeio do embolo Polleg.
Roseland	6	9	16	12
Cassandra	9	14	22	15
Condor	11	$16\frac{1}{2}$	30	21
Racer	15	23	40	27
Warrior	16	24	40	24
Gravina	18	28	48	30
Gloamin	19	30	50	42
Mandalay	20	33	54	36
Obeona	21	35	57	39
Thames	$21\frac{1}{2}$	33	54	36
Indian Prince	$21\frac{1}{2}$	37	58	39
Citus	$23\frac{1}{2}$	37	61	42
Euterpe	24	42	69	48
Chingtua	25	40	62	48
Libra	25	42	67	42
Anglian	26	42	69	42
Hubbuck	27	42	69	43
Ildorado	28	43	70	39
Alcides	29	43	68	54
Monmouthshire	30	47	70	51
Lusitania	36	60	96	48
Orizaba	40	66	100	72
Orinoco	42	66	96	66
Ormuz	46	73	112	72



Vapor «Cidade de Berlim».—Este vapor, cuja experiencia teve logar em janeiro d'este anno, substituiu as suas antigas machinas por outras novas de triplice expansão, as quaes, sem occuparem maior espaço, deram um augmento de força de 20 por cento.

As proporções da machina, condições e resultados

da experiencia, foram os seguintes:

Cylindro de alta pressão, diametro	41 polleg.
Cylindro de baixa pressão, diametro	101 »
Passeio do embolo, diametro	66 »

Vapor fornecido por 8 caldeiras cylindricas de 3 fornalhas cada uma.

Superficie de calorico 14600 pés quadrados, construidas de chapas de aço provadas a 300 libras de pressão hydraulica para trabalharem a 150 de pressão de vapor por pollegada quadrada.

Tiragem forçada, sendo o ar fornecido por 4 ventoi-

nhas mandadas por machinas independentes.

Agua de circulação mandada por duas bombas centrifugas de Tangye.

A arvore da machina e a do helice são de aço com-

primido pelo systema Whitworth.

Na occasião da experiencia as machinas funccionaram com:

Vapor na caldeira, pressão	152	libras
Vapor no cylindro de alta pressão	149	<b>)</b>
Camara interna dos cylindros	42	))
Camara do cylindro de baixa pressão	121/2	
Vacuo no condensador	Street Street	₂ polleg.
Revoluções da arvore	60,3	»



#### Pressão media

Cylindro de alta pressão	67,3	libras
Cylindro de media pressão	25,7	D
Cylindro de baixa pressão	12,5	)
Cavallos indicados		en a de la cresta a La como de la como de La como de la como de l
Cylindro de alta pressão	1963	
Cylindro de media pressão	1885	
Cylindro de baixa pressão		
Total de força indicada		
Ventoinhas		
TO THE MENTIONED PARTITION SECTION OF		
Pressão do ar proximamente 23/4		g. de agua
Na camara $1^{3}/_{4}$		D
Nos cinzeiros <sup>4</sup> / <sub>2</sub>		<b>»</b>
Temperatura do ar		
Ao entra nas vetoinhas	940	Farenheit
Nos cinzeiros	225°	»
Agua de alimentação	130°	) )
	100	ambiotor)
Superficie de calorico por cavallo indicado	2.42	pés quad.
the decision from the histories to have		Poo quaa.
Change to the case appropriate to the		

A materia que comporta este capitulo foi-me em parte fornecida pelo jornal *Engineer* e pelo livro de Mr. Walter.



### IX

## PREVENÇÕES E MODO DE REMEDIAR ALGUNS ACCIDENTES NAS MACHINAS DE VAPOR E CALDEIRAS

Fermentação da agua na caldeira. — O facto de fermentar a agua nas caldeiras póde ser devido a differentes causas, como: defeito de construcção; excessiva tiragem, e por conseguinte ebullição muito tumultuosa; agua muito carregada de impurezas; e finalmente imprudencia de abrir repentinamente uma valvula de passagem do vapor.

As caldeiras multitubolares, tendo pequeno reservatorio de vapor, são muito sujeitas a fermentar, e as que tiverem este defeito, precisam de uma vigilancia constante para evitar os perigos que este facto póde occasionar.

O abrir com rapidez uma valvula de passagem do vapor da caldeira póde dar logar á fermentação em consequencia de alliviar repentinamente a superficie da agua da pressão do vapor exercida sobre ella; então produz-se a ebullição com grande violencia, e as particulas mais leves ou mais em contacto com o vapor, são por este arrastadas. Se a isto ajuntarmos a influen-



cia das impurezas accumuladas á superficie da agua, que se oppõem ao desenvolvimento e passagem das bolhas de vapor, comprehender-se-ha que, abrindo repentinamente a este uma saída, elle arrastará comsigo em turbilhão todas as impurezas e com ellas a agua da caldeira, envolvido tudo n'uma especie de massa, que se projecta com violencia no cylindro da machina, podendo ter como consequencia o partir-lhe o fundo ou a tampa, caso as valvulas de escape ou de segurança não offereçam sufficiente passagem.

Quando a agua fermenta na caldeira, o tubo de vidro de nivel não dá indicação exacta, porque se apresenta cheio, e n'este caso não póde haver certeza de qual seja o nivel de agua dentro da caldeira, e se a caldeira tem o defeito de fermentar muito, e se n'uma d'estas occasiões houver de parar a machina, ver-se-ha a agua desapparecer no vidro, podendo este abaixamento de nivel ser perigoso se deixar alguma fiada de tubos ou chapa banhada pelo fogo a descoberto. Note-se que este facto póde dar-se mesmo conservando uma alimentação abundante, e a rasão é, porque em cada rotação da machina, não se gasta unicamente o vapor que enche o cylindro, mas tambem com este uma quantidade de agua que póde produzir duas ou tres vezes o volume do vapor consumido.

Os meios que se empregam para evitar a fermentação da agua nas caldeiras, são o fazer introduzir uma porção de sebo, ou seja por meio de injecção directa com uma pequena seringa, ou por meio da bomba de alimentação, para o interior da caldeira.

Para evitar que o vapor arraste grande quantidade de agua, o tubo conductor dentro da caldeira deve ir



recebel-o na parte mais alta, e a sua secção de passagem ser feita por meio de ranhuras delgadas, abertas

na superficie do tubo.

Quando se dê o facto da fermentação, deve diminuir-se a velocidade da machina, fechando um pouco a valvula de passagem, alimentar abundantemente, sangrar ou escumar a caldeira, e abrir um pouco as portas das fornalhas. Estes meios não falham em fazer desapparecer a fermentação, apresentando-se então a agua no seu verdadeiro nivel no tubo de vidro; têem porém o inconveniente de fazer abater um pouco a pressão do vapor.

Para que as indicações do tubo de vidro de nivel sejam o menos influenciadas possivel com a fermentação da agua, é costume ligar um tubo á torneira inferior, descendo dentro da caldeira até um ponto onde se não produza a ebullição, isto é, proximo do fundo, e outro á torneira superior que vá receber o vapor proximo do

tecto da caldeira.

Torneiras de prova e do tubo de vidro de nivel obstruidas.—Este facto, que póde ter graves consequencias, só póde dar-se por falta de cuidado do engenheiro de quarto ou desleixo dos fogueiros em purgarem umas e outro amiudadas vezes. As impurezas ou grande quantidade de saes contidos na agua podem entupir os pequenos orificios das torneiras, e n'este caso, as indicações do nivel de agua no tubo de vidro deixam de ser verdadeiras, podendo mostrar um nivel conveniente quando a caldeira já tenha falta de agua.

É facil de perceber que, se o orificio da torneira inferior se tapar, a agua que existir dentro do vidro, con-



servar-se-ha sempre na mesma altura, podendo esta ainda augmentar pela condensação de parte do vapor que entra superiormente, e se for o orificio da torneira superior que esteja obstruido, a agua, em logar de descer, subirá no tubo de vidro á proporção que o vapor que se achar dentro d'elle se for condensando. Em qualquer dos casos, o nivel de agua apparente será sempre superior ao existente dentro da caldeira.

A unica maneira de evitar este facto é purgar a miudo as torneiras do tubo de vidro e as de prova, mesmo para verificar a exactidão dos dois apparelhos, e se alguma d'ellas tiver o furo obstruido, tratar de o desentupir, o que é facil, empregando um arame de aço em fórma de escariador.

Valvulas de segurança adherentes.— A falta de cuidado em uma vez por outra experimentar o movimento das valvulas de segurança, póde dar logar a que ellas se tornem adherentes sobre as sédes.

Quando isto tenha logar e seja necessario descarregar o vapor, havendo duas ou mais caldeiras, será facil fazer a descarga pondo em communicação a caldeira que tem as valvulas adherentes com aquellas em que estas possam funccionar. Se porém houver só uma caldeira, poderá fazer-se uso da valvula de passagem para purgar o condensador, e dar a descarga do vapor, ou seja pela valvula ou torneira de injecção, ou mesmo pela de purgar.

Fazendo uso d'esta ultima, o vapor virá encher a casa da machina e terá o inconveniente de esquentar o condensador, que não poderá funccionar, sendo preciso, sem que se empregue meio de o resfriar. Em todo o caso o melhor meio a empregar, se a machina tiver de



continuar a funccionar é pôr o burro a trabalhar, alimentando a caldeira, sangrando-a ao mesmo tempo, para gastar e abater a pressão do vapor, e depois abrir a torneira superior de prova e a do vidro, abrir as portas das fornalhas e esperar que a caldeira não tenha vapor para tratar em seguida de examinar as valvulas de segurança e pôl-as em estado de funccionarem.

Tubos da caldeira inutilisados. — Quando aconteça que os tubos da caldeira alliviem as cravações, ou seja consequencia de um golpe de ar frio ou falta momentanea de agua, deve aproveitar-se a primeira occasião para metter um tufo no tubo e recraval-o ou fazel-o ajustar. Se porém a saída de agua tem logar por alguma rotura, devida á má qualidade do material ou ao muito uso, n'esse caso o tubo deve inutilisar-se logo que seja possivel, tapando-o, o que se faz mettendolhe um bujão de madeira furado no centro, em cada extremo do tubo. Um varão de ferro, atravessando o tubo em todo o seu comprimento, passando pelos furos dos bujões e tendo duas anilhas de ferro uma de cada lado, recebe em cada extremo uma porca que, apertando contra a anilha, obriga a madeira a vedar e por conseguinte a tapar o tubo.

Se as anilhas são grossas e feitas de proposito, podem dispensar-se os bujões de madeira, substituindo-os por um conico de ferro e anilha de cautchouc vulcanisado.

Acontece muitas vezes, devido a fraqueza do escoramento, ou á grande actividade em que seja preciso conservar o fogo, que a chapa dos tubos, sendo sujeita a grandes dilatações e contracções, estas fazem alliviar as cravações dos tubos; n'este caso, torna-se neces-



sario metter-lhe anilhas tubolares do lado da camara do fogo, para reforçar o ajustamento e conserval-os vedados. Estas anilhas, que têem a fórma um pouco tronconica, são geralmente feitas de ferro forjado ou de aço e torneadas exteriormente.

Abaixamento de nivel de agua.—Este facto, que só póde dar-se por negligencia dos fogueiros, ou excepcionalmente por uma grande fermentação e projecção de agua na machina, é sempre grave.

Dado este facto, deve examinar-se, sendo possivel, se a agua ainda cobre os tubos ou tecto da fornalha, e se nenhuma d'estas partes teve tempo para se elevar ao rubro, alimentar-se immediata e abundantemente, abrindo as portas das fornalhas, e, logo que a agua appareça no vidro, fecharem-se as portas e activar-se o fogo.

Se, pelo contrario, ha a menor apprehensão de que qualquer parte banhada pela acção da chamma ficou a descoberto, e teve tempo de se elevar em temperatura, então não se deve alimentar para não ter como consequencia uma explosão fulminante, mas sim retirar o fogo, resfriar a caldeira por todos os meios possiveis, e só depois de ter a certeza de que as partes expostas á acção do fogo estão na temperatura ordinaria, é que se deve alimentar, e deixar que a agua appareça no vidro para refazer o fogo.

Alimentação. — A alimentação das caldeiras das machinas maritimas é feita geralmente por meio de bombas mandadas pela machina.

As bombas são apparelhos muito sujeitos a desarranjos, que podem influir na alimentação, sendo os principaes os seguintes.



- 1.º Deixarem as valvulas de funccionar por se terem interposto entre ellas e as sédes quaesquer corpos estranhos absorvidos pelo trabalho da bomba.
- 2.º Pegarem-se as valvulas na occasião em que abrem, ou caírem sobre a séde, de modo que não vedem; ou este vedamento não ter logar em consequencia do muito uso.
- 3.º Obstrucção ou rotura dos tubos de aspiração ou extracção.
- 4.º Entrada de ar no corpo da bomba, seja pelo empanque do bucim ou por qualquer junta.
- 5.º Se a bomba aspira agua muito quente, em virtude do vapor desenvolvido por ella destruir o vacuo, a bomba não poderá funccionar.

Reconhecem-se estes desarranjos por differentes signaes.

Se a bomba é munida de valvula de escape, ou torneira de ferrar, alliviando a primeira, ou abrindo e fechando a torneira, se nenhuma d'ellas deitar agua com uma certa pressão quando a bomba funcciona, é signal de que a valvula de aspiração não veda, ou que a agua não entra no tubo de chupadouro em consequencia de rotura ou defeito de junta.

Se, ao contrario, estando a bomba parada sáe agua quente pela torneira de ferrar existente no corpo da bomba, é signal de que a valvula de extração não veda sobre a sua séde, e deixa passar a agua da caldeira para a bomba.

Desmontando as tampas das caixas das valvulas é facil verificar se ellas vedam bem, deitando agua sobre ellas e observando se esta se conserva. Da mesma fórma se póde observar se o tubo de aspiração está



entupido, pois deitando-se-lhe agua, esta deve saír pelo chupadouro.

Acontece muitas vezes entupir-se o tubo de alimentação dentro da caldeira ou diminuir muito a sua secção em consequencia dos saes que se accumulam interiormente; a alimentação deixa então de ter logar, ou faz-se com grande difficuldade. A valvula de escape deve n'estas circumstancias advertir, porque dará saída a uma quantidade de agua muito superior, em vista da pequena quantidade que acha passagem para dentro da caldeira pelo tubo de alimentação.

Deve por conseguinte aproveitar-se a primeira occasião em que se despeje a caldeira, para desmontar o tubo e desobstruil-o.

Injecção. — Nas machinas funccionando com injecção directa no condensador, deve haver todo o cuidado na quantidade de agua admittida, para que o vacuo se conserve em condições regulares.

A temperatura da agua de condensação deve n'estes casos ser de 37 a 40 graus centigrados. Esta temperatura depende porém de tres cousas: 1.ª, temperatura da agua de injecção; 2.ª, differença de nivel entre o condensador e a superficie exterior de agua do navio; 3.ª, pressão do vapor à saida do cylindro. Variando qualquer d'estas tres quantidades, varia também com ellas a temperatura do condensador.

Assim, quando se navega em climas quentes, como na Africa ou nas Indias de este e oeste, ou quando o navio é de grande tonelagem e tem grande pontal, tendo a agua da condensação de vencer uma grande pressão devida á altura da columna de agua que fica superior ao tubo de descarga, ou ainda quando a val-



vula distribuidora tem pouca cobertura ou se trabalha com pequeno grau de expansão, saíndo por conseguinte o vapor com uma alta temperatura do cylindro; em qualquer d'estes casos, a temperatura da agua do condensador tem de ser superior á que ficou indicada.

Orificio de injecção obstruido. — Acontece muitas vezes achar-se o ralo do tubo de injecção obstruido, em consequencia de lhe terem adherido grande quantidade de mariscos e plantas marinhas, sobretudo se o navio é de ferro, e n'este caso o tubo não póde fornecer agua sufficiente para a condensação do vapor, sendo preciso então tratar por qualquer meio de desobstruir o tubo e o ralo. Para este fim faça-se fixa a valvula atmospherica de purgar o condensador, e da mesma fórma a valvula de descarga da condensação; abra-se a valvula de passagem de purgar o condensador, e produza-se n'elle uma corrente continua de vapor, conservando aberta a valvula ou torneira de injecção.

A primeira porção de vapor condensar-se-ha pela friagem do condensador, mas em seguida, adquirindo pressão e não achando saída senão pelo tubo de injecção, forçal-a-ha, arrastando diante de si os mariscos e plantas marinhas que o obstruiam. Feito isto, fecharse-ha em seguida a valvula de passagem para purgar, e esperar-se-ha que o condensador arrefeça, conservando a valvula ou torneira de injecção aberta até se conhecer, apalpando o tubo, que a agua exterior passa por elle para o condensador.

Quando aconteça que um navio encalhe por algum tempo em uma praia, a areia ou lodo podem introduzir-se para o interior da machina, e vir accumular-se no condensador e na parte inferior da bomba de ar, o



que é perigoso. Quando se quer desencalhar por meio da machina, se a praia é de lodo ou areia, nunca se deve trabalhar com ella por muito tempo, porque a areia e lodo levantados pelo propulsor virão incommodar o seu funccionamento, podendo acabar por lhe causar prejuizo.

O melhor é empregar toda a força da machina por pouco tempo a ver se se consegue o fim, que se deseja, o qual, não se obtendo com as primeiras revoluções da machina, não se conseguirá naturalmente pela continuação prolongada do trabalho d'ella.

Mau vacuo. — Este facto póde dar-se por differentes causas que é preciso examinar, sendo as principaes as seguintes: condensador esquentado por deficiencia de injecção, ou projecção de vapor em quantidade e temperatura superior, rotura ou fenda por onde entre o ar, e se o condensador é de superficie; desarranjo ou rotura nos tubos ou anteparas divisorias; grande quantidade de materia gordurosa adherente aos tubos, diminuindo a sua conductibilidade.

Qualquer d'estes factos, sendo conhecidos, são de facil remedio. Se o condensador de superficie não podér funccionar como tal, ha o recurso de o fazer trabalhar com injecção directa, para cujo fim deve ser munido da competente valvula de injecção.

Nas machinas modernas, em que a bomba de ar é munida de um jogo de pequenas valvulas de cautchouc, tanto para a inducção como para a extracção, o mau estado de algumas d'estas valvulas tambem póde influir no vacuo. A falta de uma ou duas d'estas valvulas não terá grande importancia em vista da sua pequena area; não será porém o mesmo nas machinas em que as val-



vulas da bomba de ar forem metallicas ou não forem divididas, por que n'esse caso, poderá haver perigo para a machina se carregar de agua, se é a valvula de inducção que não funcciona ou está partida, ou em trabalhar com uma grande carga sobre o embolo da bomba de ar, se é a valvula de extraçção que não funcciona.

Cylindro de vapor.—Os accidentes no cylindro de vapor de uma machina são sempre de grande importancia, e o mais frequente é o partir-se-lhe a tampa, ou seja devido a uma projecção de agua a que a valvula de escape não pôde dar saída, ou a tornarem-se leves e saírem fóra do seu logar os parafusos que seguram a corôa do embolo, ou ainda, a este, tornarse leve na haste e largar ou partir a parte que veste na porca ou chaveta que o segura á mesma haste, ou a partir a propria haste.

Se a avaria produzida se limitou só á tampa do cylindro, é possivel ainda trabalhar com a machina mesmo com o cylindro sem tampa, fazendo-a funccionar como as antigas machinas atmosphericas. Para este fim tape-se com madeira o orificio de introducção do vapor do lado da tampa, e então o movimento do embolo será produzido pela pressão do vapor de um lado contra a pressão atmospherica do outro ou pela pressão atmospherica contra a vacuo, tornando-se porém o movimento da machina n'este caso irregular, o que se attenuará um pouco fazendo o vacuo menos perfeito no condensador.

Se, porém, o navio tiver duas machinas, e que só uma d'ellas tenha soffrido avaria, e o navio precise continuar o seu andamento; desliguem-se as machinas,



desmontando as peças precisas da que soffreu avaria, e depois procurem-se os meios de auxiliar a passagem dos pontos mortos á manivella, sobre tudo na occasião de deitar a andar.

Se n'esta occasião houver grande difficuldade, colloque-se o navio á feição do vento, para que este auxilie o movimento da machina, e só quando esta esteja em trabalho regular e tenha adquirido velocidade sufficiente se deverá dar ao navio a direcção conveniente.

Se este facto se der n'uma machina de systema mixto de alta e baixa pressão, sendo o cylindro de alta pressão que soffreu avaria, desmonte-se a tampa da caixa do divisor, tire-se a valvula distribuidora, e tapem-se os orificios de introducção do vapor para o cylindro; feche-se a caixa do divisor e dê-se passagem ao vapor pelo orificio de saída para o cylindro de baixa pressão, e diminua-se a pressão do vapor na caldeira o que se julgar conveniente para o bom funccionamento da machina.

Se a avaria foi no cylindro de baixa pressão, resta trabalhar em alta pressão com o pequeno cylindro, desmontando as peças de ligação da machina do cylindro avariado, e procurar dar saída ao vapor para o exterior do navio depois de ter funccionado, o que póde fazer-se desmontando a tampa da caixa do divisor entre os dois cylindros e deixando que o vapor sáia pela caixa e pela escotilha da machina.

Se a bomba de ar for mandada pelo cylindro de alta pressão, e a bomba de circulação for independente, então o vapor, depois de trabalhar no pequeno cylindro, poderá achar passagem atravez do grande para o condensador, e assim a machina poderá ser transfor-



mada trabalhando com uma pressão media e com condensação.

A pericia do engenheiro chefe a bordo, o seu perfeito conhecimento de todos os orgãos da machina, o seu saber, e o sangue frio que deve possuir em todas as circumstancias graves e difficeis, devem aconselharlhe o que se tornar mais conveniente fazer, devendo sempre operar seja em que caso for, com a maxima firmeza e prudencia.

Muitas vezes se tem lançado mão, sendo possivel, de concertar a tampa partida, forrando-a de chapa de ferro grossa, para a qual se seguram os bocados partidos por meio de arrebites cravados ou parafusos, e tambem em outros casos se tem feito construir uma tampa de madeira rija, forrada de chapa de ferro e retorçada por meio de barras do mesmo metal, aproveitando então unicamente a caixa de estofo e bucim da tampa partida, que é raro ter soffrido avaria, o qual se fixa no centro da tampa de madeira.

Empanque metallico do embolo. — Póde succeder partir na occasião de funccionamento da machina, o annel que forma o empanque metallico do embolo do cylindro de vapor, facto este que póde conhecer-se pela bulha produzida no interior do cylindro e pela passagem do vapor atravez do embolo, indo d'este modo prejudicar o vacuo.

Esta avaria póde remediar-se não havendo metallico de sobresalente a bordo, desmontando o que está partido e fazendo-o substituir por um outro feito de segmentos de madeira rija que haja a bordo espertado para as paredes do cylindro por meio das molas do metallico partido ou por meio de trança de gacheta,



como se fazia nas machinas primitivas. Este novo empanque produzirá um excellente resultado, e a machina poderá continuar a funccionar até que o navio cumpra a commissão que lhe foi destinada.

Botão de manivella. — Um defeito ou avaria em uma d'estas peças é sempre de importancia. Na viagem de um vapor atravez do Mediterraneo, depois de muito trabalho para descobrir a causa por que as chumaceiras do botão de manivella de uma das machinas esquentavam, procedeu-se ao exame d'este, e encontrou-se uma falha toda em volta do botão, que promettia ser perigosa se o trabalho continuasse. Eis aqui a maneira como o engenheiro chefe conjurou o mal: depois de desmontar as peças necessarias, mandou dar um furo de 1,5 pollegada pelo centro do botão, atravessando as manivellas, depois, por este furo metteu um mandril com navalha a alargar o furo por 3,5 pollegadas, introduzindo depois n'este furo uma cavilha torneada, tendo feito previamente um rebaixo nas faces posteriores das manivellas, para conterem a cabeça e porca da cavilha sobre a qual esta foi cravada. Este trabalho foi feito com tal pericia, que a machina continuou a funccionar ainda por muito tempo sem substituir o eixo das manivellas.

Em muitas machinas de construcção moderna, a arvore da machina é dividida em duas quartelladas iguaes, podendo uma substituir a outra, e tendo cada uma d'ellas um par de manivellas. O constructor costuma fornecer uma d'estas quartelladas de sobresalente; com este recurso não haverá a fazer senão desmontar a que está avariada e substituil-a pela de sobresalente.



Tubo de descarga da condensação. - Por mais de uma vez tem acontecido em occasião de mau tempo, e com o jogo do navio, ter partido este tubo pela soldadura da manilha que o liga á valvula da amurada. Se este facto acontece, e que o engenheiro de quarto não tem a presença de espirito precisa, o navio terá em poucos minutos o porão cheio da agua que entra do exterior do navio pela valvula e da que sáe do condensador em virtude da condensação. O remedio a empregar, que é simples, mas precisa ser immediato, é fechar a valvula da amurada para evitar a entrada da agua exterior, diminuir tanto quanto possivel a injecção, e pôr as bombas de esgotar o porão e o burro a funccionar com actividade. Se todos estes apparelhos estiverem em bom estado e os ralos desobstruidos, dentro em pouco a agua que estiver no porão será esgotada, e as machinas poderão continuar funccionando, porque as bombas darão vasão á agua da condensação emquanto o tubo se concerta.

É conveniente para evitar esta avaria que o tubo de descarga da condensação seja sempre de cobre, e que a junta que o liga á caixa da valvula seja de expansão, isto é, com bucim e caixa de estofo.

Nas machinas trabalhando com condensador de superficie, este facto póde dar-se com os tubos da agua

de circulação.

Helice.—Quando o navio chega ao ancoradouro no fim de uma longa viagem, um dos primeiros cuidados do engenheiro, deve ser examinar o propulsor da sua machina, sobretudo se elle durante a viagem lhe deu motivo para desconfiar de algum facto estranho. Nos navios que têcm poço á ré e caixilho movel, é facil



içar o helice fóra de agua, e proceder ao seu exame; n'aquelles porém em que o helice é fixo, e não póde portanto tirar-se fóra de agua, precisa o navio entrar em doca secca; póde porém acontecer que no porto de chegada não haja doca, e que o estado do helice não permitta, sem risco, que o navio emprehenda nova viagem; n'este caso será preciso examinar o helice no seu logar e mesmo fazer qualquer trabalho se for possivel.

Um dos meios empregados, se o navio não manda grande calado de agua, é carregal-o á proa, fazendo-o levantar de ré até que o helice fique fóra de agua; isto porém nem sempre é possivel. Outro meio é construir um caixão feito de taipaes de madeira, que ajustem ás fórmas de ré do navio, e dentro do qual possa ficar o helice; este caixão, depois de unido tanto quanto possivel aos dois cadastes do navio, esgota-se-lhe a agua interiormente por meio de bombas, e á proporção que ella diminue dentro do caixão vão-se-lhe calafetando as juntas; a pressão exterior da agua ajuda a vedal-as.

Tendo-se conseguido d'este modo vedar o caixão, póde descer-se dentro d'elle e fazer o exame ou trabalho que for necessario.

Tratando-se unicamente de um exame ou mesmo de trabalho de pouca importancia, faz-se uso do scaphandro e competente apparelho de bombas de ar. Os grandes navios, quasi todos, possuem hoje um ou mais d'estes fatos.

Um homem vestindo um scaphandro póde descer dentro de agua, e não sómente ir examinar o helice, mas todo o fundo do navio e por conseguinte as valvulas que n'elle existem. Se no emtanto o navio não estiver munido d'estes apparelhos, e for indispensavel



fazer o exame do helice, n'este caso, aqui apresentâmos um meio, que já foi empregado por um habil engenheiro, e que pela sua simplicidade se torna recommendavel.

Tendo conhecido durante a viagem que o trabalho do helice não era regular, e que elle batia uma grande pancada, desconfiou que estava leve na arvore, pelo que, chegado ao ancoradouro em Hong-Kong, precisou de examinal-o. Para este fim, tinha já de antemão construido o seu apparelho, que consistia em um tubo de lona impermeavel, fixo no extremo inferior ao fundo de um grande barril, que ficou d'este modo formando o fundo de tubo; guarneceu este interiormente com arcos de ferro, collocados de distancia a distancia, para evitar que o tubo fechasse pela pressão exterior da agua; e na altura correspondente à da cabeça d'elle, engenheiro, e em frente dos olhos, collocou um grosso vidro de vigia, e na que devia corresponder aos braços, dois saccos de lona cosidos ao tubo, formando as mangas por onde devia metter os braços; um aro de ferro superior e uma argola completavam o apparelho.

Mettido dentro do tubo, enfiando os braços nas mangas de lona, foram-lhe estas apertadas nos pulsos para evitar a entrada de agua; alastrado o tubo para descer na agua, foi este arriado até á altura conveniente; então pôde ver, que a porca que segurava o helice no extremo da arvore tinha partido o troço, e estava desatarrachada quasi a ponto de caír; pediu uma chave, apertou a porca e collocou um novo troço no seu logar, trabalho que se fez com grande rapidez e que evitou uma grande despeza è um grande prejuizo e mesmo perigo para o navio, caso tivesse emprehendido viagem no estado em que o helice se encontrava.



Haste do embolo ou tirante torto.—Muitas vezes, em resultado de uma avaria qualquer, acontece o entortar o tirante ou a haste do embolo, tornando-se então preciso endireital-a, para o que é necessario aquecel-a no sitio onde se deu a tortura. Não deve porém empregar-se para este effeito o carvão verde de forja, que atacaria a superficie do ferro oxydando-a, mas sim o carvão de madeira, ou então o carvão de forja, depois de queimado e reduzido a coke.

A peça deve apenas receber o calor preciso para que possa ceder á pressão ou á percussão. Aquecida a peça, se a bordo ha um torno onde ella caiba, mette-se a pontos e fazendo uso de uma alavanca de ferro alçaprema-se a peça no sitio da tortura até ella ceder, fazendo-a em seguida girar nos pontos para examinar o seu desempeno.

No caso de não haver torno, apoia-se a peça pelos extremos em dois malhaes, ficando em vão no centro e, examinando com uma regua o sitio da tortura, obrigase a peça a ceder, ou seja empregando a alavanca, que procura fazer-se fixa em um extremo, apoiando em seguida sobre a peça, e fazendo força no outro extremo, ou então por meio de pancada de um maço de madeira ou de malho sobre uma peça tambem de madeira ou de cobre que se apoia no sitio da tortura.

Applicando depois duas reguas de madeira parallelas, e observando as distancias com um compasso de volta, é facil de conhecer se a haste está desempenada.

Para evitar a oxydação do ferro pelo fogo, usa-se tambem cobril-o exteriormente no sitio que tem de soffrer calor com uma materia unctuosa, oleo de linhaça



misturado com pós de sapatos, que dá excellente resultado.

Acontece muitas vezes ter de desmontar-se a haste do seu embolo, e se a parte conica está bem justa e a machina tem funccionado já por longo tempo, tornase difficil fazer desligar as duas peças uma da outra· O melhor processo a empregar, e que é raro deixar de dar o resultado que se deseja, é o seguinte: aquece-se por meio de peças de ferro em braza o olho do embolo, deitando-lhe azeite para ver se com o calor póde penetrar na junta do conico, e depois de bem quente, escora-se o embolo para o fundo do cylindro, ou segu ra-se n'uma posição fixa por meio de parafusos atarrachados nos furos dos que seguram a corôa do embolo; estes parafusos passam primeiro nos furos feitos em vigas de madeira ou de ferro, que se collocam atravessadas na aba que recebe a tampa do cylindro. Feito isto, procura virar-se a machina á mão por meio da alavanca e talha, batendo ao mesmo tempo algumas pancadas sobre o embolo, de modo a fazel-o estremecer, contribuindo d'este modo para que a separação se effectue.

Fugas de agua da caldeira.—As fugas de agua da caldeira, ou estas sejam pelas juntas das portas ou apparelhos, ou pelas juntas cravadas, ou fendas abertas na chapa, são sempre prejudiciaes, tornando-se portanto necessario evitar a continuação da saída da agua. As mais perigosas são as produzidas por fendas nas chapas expostas á acção da chamma, e por mais de uma vez uma caldeira tem precisado de que se lhe façam reparações importantes antes de tempo, por não haver cuidado em evitar-se fugas de agua ou de vapor.



No sitio onde as fugas têem logar, a caldeira está sujeita a uma oxydação constante, sobretudo se ellas têem logar em sitio onde a caldeira está coberta com o forro de feltro e madeira. A fuga póde mesmo ser imperceptivel no começo; a humidade porém, concentrando-se n'aquelle ponto, vae-se alargando á proporção que humedecem as superfices de contacto, e quando a fuga se torna bem visivel, já o effeito destruidor é importante, porque a chapa da caldeira n'aquelle logar tem perdido parte da sua espessura.

Se as fugas de agua têem logar pela juntas das portas ou apparelhos, evita-se a sua continuação, fazendo as juntas de novo, logo que seja possivel; se é pelas juntas da cravação ou por alguns arrebites, trata-se de os encalcar de novo com encalcadeira propria, supposto que este remedio seja pouco efficaz em muitos casos; se porém a fuga é por fenda na chapa, póde prevenir-se o seu augmento, dando-lhe dois furos, um em cada extremo, tapando-os depois com um arrebite cravado, e se for em logar que estes não possam cravar-se, met-ta-se um parafuso atarrachado na chapa.

Se a fenda for de grande extensão, dêem-se maior numero de furos onde se mettem arrebites bem cravados, tapando ao mesmo tempo a fuga de agua ou vapor por meio de cravação da propria chapa.

Se a abertura da fenda der logar e não for em sitio onde a chamma actue, póde antes de cravar-se a chapa procurar introduzir-lhe um pouco de chumbo e cravar-se depois. Pequenas cunhas de madeira em córte de faca, podem tambem servir temporariamente, fazendo-as introduzir á força na fenda, bem unidas umas ás outras.



Quando nenhum dos meios expostos seja sufficiente e tenha de deitar-se um remendo, ou este seja cravado ou seguro com parafusos, o bocado que se tirar fóra da chapa da caldeira nunca deve ser angular, mas ter os cantos arredondados, de outra fórma a chapa abrirá depois fendas nos cantos ou angulos; deve fugir-se tanto quanto possivel de deitar remendos sobrepostos em sitio onde a chapa seja banhada pela chamma.

Injecção do porão. — Todas as machinas de condensação são munidas de um tubo e competente torneira para, em caso de necessidade, ou porque o navio faça agua, ou porque por uma circumstancia qualquer esta se junte em grande quantidade no porão, poder fazer-se o esgoto d'esta agua por meio da injecção no condensador. É este um meio poderoso de que o engenheiro póde lançar mão, porque a injecção tomada do porão tem como consequencia lançar fóra do navio uma grande quantidade de agua. Para este fim, fecha-se a injecção ordinaria e abre-se a torneira do tubo do porão, devendo pois haver o maior cuidado em conservar o ralo d'este tubo completamente desobstruido.

Nas machinas modernas póde empregar-se para o mesmo fim a bomba de circulação, e se esta é independente da machina tanto melhor, porque estas bombas tiram uma enorme quantidade de agua.

Navio obrigado a encalhar ou vir á praia.—Se este caso se der, o primeiro cuidado será tratar de augmentar o peso ao navio por todos os modos possíveis para que desloque uma maior porção de agua, já enchendo as caldeiras com agua até á parte superior, já deixando entrar no porão uma porção de agua, o que póde conseguir-se, alem de outro meio, deixando que a



agua que entra pelo tubo de injecção sáia pela valvula de purgar. Isto tem por fim encalhar o navio o mais breve possivel, e de modo tal que, quando seja preciso, alliviando o navio do peso que tem a mais, possa boiar e safar-se.

Entrega de um navio ao inimigo.— Quando um navio tenha de entregar-se, deve fazer-se todo o possivel para inutilisar as machinas e caldeiras, de modo que o navio não possa servir immediatamente.

Na machina póde diligenciar-se partir-lhe os cylindros, ou entortar e quebrar algumas das peças de movimento, e as caldeiras queimal-as por meio do fogo, tendo-lhe descarregado o vapor e a agua.

same described in results a period whose around the



## Fire X about the section X , and the section X

## INSTRUCÇÕES PRATICAS

SOBRE O MODO DE GERAR VAPOR NAS CALDEIRAS E PÔR AS MACHINAS EM MOVIMENTO

Encher a caldeira ou caldeiras. —É esta a primeira operação a fazer, para o que se abrem as valvulas do fundo em communicação com as torneiras de descarga, e abertas estas, deixa-se que a agua exterior entre para dentro da caldeira.

Abrem-se as torneiras do vidro de nivel e as de prova para dar logar á saída do ar existente dentro da caldeira, que vae sendo substituido pela agua. Se for necessario ou urgente, podem alliviar-se um pouco

as valvulas de segurança.

Se o calado de agua do navio for superior ao nivel que a agua deve ter dentro da caldeira, deve haver attenção em notar quando esta começa a saír pela torneira inferior do vidro de nivel ou pela de prova, para se fecharem ambas, esperando depois que a agua esteja em altura sufficiente no vidro, para se fecharem tambem a torneira de descarga e a valvula do fundo.



Se o nivel de agua exterior ao navio, for inferior ao que deve estabelecer-se nas caldeiras, como acontece nos pequenos barcos ou nos que tem de navegar em rios, e que mandam pouco calado de agua, espera-se que o ar deixe de saír pelas torneiras do vidro de nivel ou torneiras de prova, o que é indicio certo de que já não entra mais agua para dentro da caldeira, fecha-se então a torneira de descarga e a do fundo do navio, e acaba-se de encher a caldeira até ao nivel de agua de regimen por meio da bomba de mão.

Algumas torneiras de descarga das caldeiras costumam ter uma especie de caixa, que cobre em parte a cabeça do macho da torneira, de modo que, a chave de cruzeta que as deve abrir, só póde ser collocada na cabeça do macho quando a torneira está fechada e desde que der volta para o abrir, a chave fica presa, e só póde tirar-se quando a torneira torna a estar fechada. Esta disposição faz evitar os esquecimentos de deixar uma d'estas torneiras abertas.

Preparar as fornalhas e accender o fogo. — Emquanto se mette agua na caldeira podem preparar-se as fornalhas para accender, logo que a agua tenha coberto os tubos, isto no caso de haver urgencia. A fornalha prepara-se estendendo uma camada de carvão sobre a grelha desde a frente até á ponte ou altar, com o fim de evitar que uma corrente de ar frio, entrando pela parte inferior da grelha, vá passar pelos tubos emquanto o carvão não está em combustão; colloquem-se depois alguns bocados de madeira acompanhados das estopas sujas de azeite da limpeza da machina sobre a camada do carvão accumulando maior porção á porta da fornalha, misturando ainda com isto algumas



pedras pequenas de carvão. Feito isto, lança-se fogo ás estopas e fecham-se as portas dos cinzeiros, para concentrar toda a tiragem sobre a parte em combustão, e dentro em poucos minutos a madeira e carvão, collocados á porta da fornalha, estarão em completa combustão. Estenda-se então esta parte sobre a camada do carvão verde ao qual immediatamente a chamma se communicará em toda a extensão da grelha; quando todo o carvão se ache em combustão, tiram-se as portas dos cinzeiros para permittir a entrada do ar atravez da grelha, fechando de todo ou em parte as portas das fornalhas.

Havendo muita urgencia em gerar vapor, deve abrirse toda e qualquer communicação de ar para a casa da machina, de modo a fornecer a maxima quantidade.

Valvula de segurança. — Em seguida a accender o fogo nas fornalhas, deve abrir-se a valvula de segurança para permittir a saída do ar que existe na camara do vapor e que se vae dilatando com o calor, devendo conservar-se aberta até que comece a saír vapor com abundancia pelo tubo de descarga, depois do que se fecha, começando a caldeira então a vaporisar. Logo que haja vapor com alguma pressão, o que deve ser accusado pelo manometro, abre-se um pouco a valvula de passagem para o conductor do vapor e bem assim a valvula de garganta, ou de deitar a andar, de modo a deixar passar algum para o interior dos cylindros da machina a fim de os aquecer, e evitar d'este modo uma grande condensação de vapor na occasião de deitar a machina a andar. Esta operação faz abater um pouco a pressão do vapor na caldeira e demora a rapidez com que este deve ser produzido á pressão de

regimen, o que não deixa de ser conveniente para dar logar a que toda a massa de agua da caldeira se aqueça a uma temperatura igual.

Se ha urgencia em gerar o vapor á pressão de regimen, deve abrir-se a torneira de tiragem para a chaminé logo que haja pressão sufficiente para ella funccionar; o vapor perdido por esta torneira é largamente compensado pelo augmento de tiragem do ar atravez da grelha, que, activando a combustão, fará gerar o vapor com maior rapidez.

Esteios ou plumas da chaminé. — Devem alliviar-se emquanto se gera o vapor na caldeira. O esquecimento d'esta disposição póde trazer inconvenientes, pois estando em tensão contrariam a dilatação da caldeira e da chaminé, por isso só devem levar-se ao estado de tensão conveniente depois da caldeira e chaminé se acharem na temperatura normal.

Quando em viagem e com mau tempo, e que o navio jogue muito, os esteios que mais padecem são os de proa, porque a chaminé tem sempre maior tendendencia, no balanço do navio a caír para ré; é costume n'este caso, e quando o vento é rijo, o collocar uma outra guarnição de esteios a meia altura dos que ficam superiores ao convez, os quaes tomam o nome de esteios de prevenção.

Preparar a machina.—Emquanto se aquece a agua e gera vapor na caldeira, devem preparar-se os azeiteiros lubrificadores, mettendo-lhe as torneiras e enchendo os copos com azeite, verificar se as torcidas o deixam passar convenientemente, e, independente d'isto, azeitar todas as peças de movimento da machina deitando azeite nos orificios.



O engenheiro chefe deve assistir a estas operações e em seguida passar um minucioso exame a toda a machina para ver não haja qualquer falta que occasione demora, ou evite que ella se ponha em movimento no momento preciso; deve tambem examinar o tunnel e a *chumaceira de rosca*, e mandar dar uma volta á machina á mão para se assegurar que cousa alguma occasiona estorvo.

Depois, se já tem vapor com alguma pressão na caldeira, manda abrir as torneiras de purgar os cylindros, caixas dos divisores e camisas; para este fim tem feito abrir um pouco a valvula de passagem do vapor da caldeira e a de deitar a andar. Para favorecer o aquecimento igual dos cylindros, e mesmo para examinar convenientemente o movimento do apparelho de deitar a andar e valvula distribuidora, faz mover esta por meio do sarilho ou alavanca (segundo o systema), de modo a dar passagem ao vapor para dentro do cylindro, ora por um ou outro lado do embolo, examinando n'esta occasião se o condensador esquenta. Se isto acontecer e em larga escala, demonstrará que, ou as valvulas distribuidoras ou os embolos dos cylindros não ajustam convenientemente, facto este que póde tambem examinar-se abrindo as torneiras dos copos do sebo da tampa e fundo do cylindro. N'este caso convem dar muito pequena passagem de vapor para aquecimento.

Se a machina for de condensador de superficie e a bomba de circulação for independente da machina, pôr-se-ha a trabalhar como é costume antes de pôr a machina em movimento, e a agua fria de circulação, passando atravez dos tubos do condensador, conden-



sará qualquer porção de vapor que ache passagem para

aquelle vaso.

Se o vapor na caldeira tem já pressão sufficiente, manda pôr o burro ou machina auxiliar de alimentação a trabalhar durante alguns minutos para se assegurar do seu funccionamento, e de que a alimentação das caldeiras se poderá fazer por este meio sem inconveniente.

Experimentar a machina. - Depois de tudo preparado e examinado, havendo vapor na pressão de regimen, o engenheiro chefe assim o faz participar ao commandante, mandando-lhe pedir licença para experimentar a machina. Concedida esta, manda pôr os seus ajudantes e auxiliares a postos, mandando em seguida abrir mais passagem de vapor para a machina, e se esta é de condensador ordinario, trata de o purgar; para este fim, abre a valvula de passagem destinada a este serviço. O vapor entrando no condensador, se este está frio começa por condensar-se, mas em breve e antes de o aquecer, a sua pressão faz abrir a valvula atmospherica que existe no fundo do condensador e faz expellir por ella toda a agua e ar, que dentro d'elle existia. Quando por aquella valvula começa a saír vapor, fecha-se a passagem d'este, e abrese um pouco a torneira ou valvula de injecção para permittir a entrada de agua fria, a qual, condensando o vapor existente no condensador, opera um vacuo mais ou menos perfeito, que deve ser accusado no respectivo manometro. È então que o engenheiro, aproveitando este facto, abre mais a valvula de deitar a andar, e faz mover a alavanca ou sarilho de modo a pôr em contacto o excentrico do movimento para vante com a



valvula distribuidora, para esta dar a conveniente introducção do vapor para dentro do cylindro, o qual, actuando sobre o embolo, faz mover a machina. N'esta mesma occasião manda abrir a valvula de descarga da condensação e, abrindo a torneira de injecção, deixa que a machina dê algumas voltas para vante, depois do que, desengatando a alavanca ou movendo o sarilho em sentido contrario, faz que o excentrico do movimento para ré venha occupar o logar do outro, a fim de que a valvula de distribuição dê entrada ao vapor para o cylindro no sentido d'aquelle movimento. A machina então dá algumas voltas para ré, e, se o engenheiro assim o julga preciso, repete esta operação mais uma ou duas vezes, e vendo que a machina obedece com facilidade e que o condensador funcciona com regularidade, manda fechar a passagem do vapor na caldeira, valvula ou torneira de injecção e valvula de descarga da condensação, põe a valvula de distribuição a meio do seu passeio, e manda communicar ao commandante que se acha prompto para largar.

Acontece algumas vezes a machina não ceder immediatamente a pôr-se em movimento quando se lhe dá entrada de vapor, isto, ou porque esteja pegada ou dura em seus movimentos, em consequencia de se lhe terem feito novos ajustamentos ou empanques, ou mesmo porque, a machina não estando sufficientemente quente, o vapor vindo da caldeira se tenha condensado em abundancia por ter encontrado frias as paredes dos cylindros, ou tambem porque tenha havido a imprudencia de abrir muito rapidamente a valvula de passagem do vapor, e d'este modo provocar uma projecção da agua da caldeira nos cylindros, etc.



É por conseguinte prudente conservar abertas as torneiras de purgar os cylindros, mesmo á custa do vacuo do condensador durante as primeiras voltas da machina, fechando-as logo que se conheça não ser precisa esta precaução. Para evitar o facto da fermentação, e por conseguinte as projecções da agua nos cylindros, convem abrir gradualmente tanto a valvula de passagem como a de garganta ou de deitar a andar.

Quando feita a manobra de deitar a andar, se vê que a machina não cede logo no movimento para vante, muda-se para ré, operação que se repete por duas ou tres vezes, se assim for preciso; e caso não haja qualquer circumstancia extraordinaria, que deverá ser immediatamente examinada, póde-se ter a certeza de que a machina cede e começa a mover-se com regularidade.

Nas machinas em que o movimento da valvula de distribuição ou do divisor, é mandada por um só excentrico, o que já hoje é rarissimo, deve haver cuidado em observar se elle se move livremente na arvore até encontrar o dente de encosto, e examinar o trabalho da gola do mesmo excentrico na occasião de engatar o tirador que manda a valvula para esta funccionar pelo movimento da propria machina.

Tem acontecido algumas vezes ter-se o excentrico pegado á arvore em consequencia de terem enferrujado as superficies de contacto, e por conseguinte, n'este estado, no momento de deitar a andar o excentrico não transmittir o movimento á valvula distribuidora.

N'estas machinas em que o movimento da valvula distribuidora é dado á mão por meio de alavanca, o engenheiro, na occasião de pôr a andar, deve seguir a melhor regra, que é não ter em consideração senão as



manivellas, prestando attenção á direcção do seu movimento na occasião em que move a alavanca de deitar a andar, se para o mesmo lado, se para o lado contrario. A operação de experimentar a machina, deve pôr o engenheiro em condições de não haver hesitação no momento em que receba ordem para deitar a andar seja para vante seja para ré.

Machina em movimento. — Nunca se deve pôr uma machina de vapor em movimento a toda a força, senão em caso muito urgente ou de grande perigo; ao contrario, a machina deve começar a funccionar com muito pouca abertura de valvula de passagem de vapor, a qual depois se deve ir augmentando gradualmente, até que a machina adquira a sua velocidade de regimen. Tem isto por fim principal evitar as projecções de agua nos cylindros da machina, e o dar tempo a que os fogos adquiram a actividade necessaria para que o vapor recupere a pressão perdida no primeiro momento, e se conserve na de regimen proprio ao trabalho da machina.

Quando haja grande urgencia para fazer largar o navio do ancoradouro, póde dispensar-se uma parte das precauções estabelecidas. N'este caso, logo que houver pressão sufficiente, purga-se, experimenta-se a machina, e em seguida logo que as caldeiras tenham recuperado a pressão de vapor perdida por esta operação, póde pôr-se a machina em movimento, com um grau de expansão conveniente. Por este meio ganha-se muito tempo, e o navio seguirá proximamente com os dois terços da sua velocidade normal.

Se, porém, o navio estiver em posição difficil, ou tiver de largar com mau tempo, não convem fazel-o sem



que o vapor na caldeira tenha a pressão normal, e haja a certeza de que não abate depois da machina estar em movimento. O mesmo se deve observar quando se entra em um porto de mar estranho ou em qualquer passe difficil que de antemão seja conhecido. O desprezo d'esta regra importante póde causar graves prejuizos, porque se na occasião mais difficil e perigosa faltar o vapor, o navio não poderá seguir como seria preciso.

Engenheiro de quarto. — Posta a machina em movimento e funccionando esta regularmente, todo o cuidado do engenheiro chefe a bordo, ou d'aquelle que está de quarto, consiste em tratar com o maximo zêlo do entretenimento d'ella. Para este fim não deve nunca durante o tempo de serviço abandonar o seu logar, para poder vigiar constantemente o trabalho da machina, prestando toda a sua attenção ás peças de movimento; apalpando os differentes moentes para se assegurar que as chumaceiras não aquecem; ver se a lubrificacão dos differentes orgãos se faz regularmente, providenciando immediatamente quando haja differença; examinar o movimento no tunnel, e sobretudo a chumaceira de rosca on de encosto; observar emfim, constantemente as indicações dos manómetros de pressão e de vacuo, para fazer regular o fogo nas fornalhas de modo a não fatigar os fogueiros, despendendo carvão de mais em produzir vapor que tenha de ser perdido pela valvula de segurança, ou de menos, que, fazendo abater a pressão, produza um trabalho irregular na machina.

O manometro de vacuo, indicando-lhe o que se passa dentro do condensador, deve guial-o para regular a



quantidade de agua de injecção, se se trata de condensador ordinario, e remediar qualquer deficiencia. de que procurará conhecer a causa, seja n'este condensador ou no de superficie.

A alimentação das caldeiras e o grau de saturação da agua deve merecer-lhe todo o cuidado. Pelo que diz respeito á alimentação, sé é de mais, póde dar logar a projecções de agua nos cylindros, se é de menos podem chegar a ficar algumas fiadas de tubos a descoberto, e d'aqui, o menor inconveniente será alliviarem as cravações e começarem a apresentar fugas de agua. Emquanto ao grau de saturação da agua, se se trata de caldeiras alimentadas com agua salgada, como a que é fornecida pelos condensadores ordinarios de injecção directa, deve ter o maior cuidado em que esta nunca chegue a ponto de que os saes se depositem em grande quantidade; se a caldeira é alimentada com agua pura fornecida por condensador de superficie, deve regular a abertura da torneira de ajuda, que dá introducção á agua salgada, de modo que o estado de saturação da agua dentro da caldeira permitta poder estabelecer uma camada de saes protectora nos tubos e paredes d'esta. A falta de cuidado em qualquer dos casos, póde ter como consequencia a destruição da caldeira em pouco tempo, sobretudo se ella trabalhar com agua pura. É considerado erro, o deixar de sangrar uma vez por outra as caldeiras pelo fundo, mesmo as que trabalham com agua do condensador de superficie, porque este facto dá logar a uma maior introducção de agua salgada, que auxilia o estabelecimento da camada de saes, que evitam a oxydação da chapa e dos tubos, e por consequencia a destruição da caldeira.



O funccionamento das bombas de esgoto do porão e a desobstrucção dos ralos dos tubos de chupadouro, não devem escapar á sua attenção, para que o porão se conserve sempre limpo, e para poder contar com ellas bem como com os outros meios tambem para este fim empregados, no caso do navio, por uma circumstancia qualquer, fazer agua.

O burro ou machina auxiliar de alimentação deve conservar-se em perfeito estado de funccionamento, de modo que não haja hesitação nem inconveniente que obste ao seu trabalho quando seja necessario fazer uso d'elle.

A indifferença ou desleixo do engenheiro chefe ou dos seus immediatos no que diz respeito ao frabalho e entretenimento da machina que lhe foi confiada, póde ter como consequencia grandes e graves inconvenientes e mesmo perigos, sendo de todos o menor, o estrago dos apparelhos, dando em resultado reparações constantes e despendiosas.

Apesar dos cuidados empregados na construcção das machinas maritimas, da amplitude das proporções de todos os seus orgãos, do minucioso escrupulo na fabricação e combinação de todas as suas peças, dos esforços da sciencia e trabalho empregados para obter d'ellas os melhores resultados, sciencia e trabalho, tudo será completamente perdido quando entregue em mãos de engenheiro que não for devidamente habilitado e perfeitamente conhecedor do cumprimento de seus deveres.

O mais que poderiamos acrescentar ao que fica expendido, encontra-se perfeitamente especificado na circular do almirantado inglez para o tratamento das machinas e caldeiras maritimas, que adiante vae transcripta.



## on with other colors of the second section $\mathbf{x}I$ are sufficiently as the second second second section $\mathbf{x}I$

. Min a demonstrate of the rest of the same of the sam

## PRINCIPAES CONDIÇÕES

A QUE DEVE SATISFAZER O CONSTRUCTOR DE UMA MACHINA DE VAPOR DE SYSTEMA MIXTO DE DUPLA OU TRIPLICE EXPANSÃO

Cylindros.—O de alta pressão deverá ser construido com camisa separada, de bom ferro fundido de grão fino e homogeneo e sufficientemente rijo; a qual será segura ao cylindro exterior por meio de parafusos reunindo as juntas face a face sem auxilio intermedio. Se tiver orificios duplos de admissão do vapor, o cylindro será fundido com um só orificio, e os dois serão abertos na chapa fundida que formará a face do divisor, a qual será fixa á face do cylindro por meio de pernos atarrachados e cravados. Esta chapa será da mesma qualidade de metal da camisa do cylindro, muito bem ajustada, tendo a face onde assenta a valvula de distribuição perfeitamente vedada.

As valvulas de distribuição serão fundidas da mesma qualidade ou liga de ferro da camisa do cylindro e chapa do divisor, perfeitamente facejadas e vedadas, ajustadas nas hastes e seguras de modo invariavel. As tampas dos cylindros serão de systema cellular e de sufficiente resistencia. Todos os bucins deverão ter um comprimento igual ao diametro da haste a que perten-



cem, e a profundidade da caixa de estofo, igual a uma e meia vez o mesmo diametro; devendo ser encasquilhados de bronze e ter anilhas de empanque do mesmo metal. Os cylindros devem ser providos de valvulas de escape no fundo e tampa, sendo as sédes e valvulas de bronze, e as mollas destas comprimidas por meio de parafuso com volante de mão ajustado na campanula que cobre a molla. As torneiras de purgar tanto para os cylindros como para a camara de vapor entre elles, serão seguras por meio de manilhas e parafusos e deverão ter machos de bronze de amplas dimensões e com bucim de empanque; os tubos d'estas torneiras devem conduzir as purgações ao reservatorio da condensação. A camara annullar entre as camisas e os cylindros tambem devem ter torneiras de purgar.

Torneiras com tubagem apropriada para montagem do indicador, deverão ser adoptadas de uma maneira permanente em cada cylindro, de modo que haja facilidade em montar o indicador sempre que seja necessario tirar diagrammas. A valvula de garganta deverá ser de bronze e a valvula de passagem poderá ser aberta ou fechada da plataforma e será fixa ao tubo da valvula de garganta ou em qualquer posição conveniente. Deve haver espaço sufficiente para se poderem examinar as valvulas distribuidoras nas respectivas caixas. Cada cylindro terá uma valvula independente para deitar a andar, que se poderá abrir e fechar da plataforma, e tanto estas como as sédes e hastes, bucins etc., deverão ser de bronze.

Os fundos dos cylindros deverão ter saliencias apropriadas para receberem parafusos de olhal, que deverão estar sempre montados para quando for necessario



poderem servir para se alliviarem as tampas dos supportes principaes da arvore da machina. Toda a parte exterior dos cylindros será coberta com chapa de chumbo delgada sobre feltro, sendo depois forrada com reguas de madeira de mogno ou téca, seguras com cintas de latão parafusadas para a madeira por parafusos de cabeça semi-espherica.

Fixe da machina. — Deverá, sendo possivel, ser fundido de uma só peça, perfeitamente solido, podendo ou não o condensador fazer parte d'elle, e ter abertas as caixas proprias para receber as chumaceiras da arvore de manivellas. As chumaceiras serão de bronze rijo, perfeitamente solidas e ajustadas nas caixas; devendo a metade superior poder desmontar-se com facilidade, tendo furo e ranhuras proprias para a passagem do azeite de lubrificação. Uma quarta parte da circumferencia, metade de cada lado em seguida á junta, não deve ajustar completamente no moente. As tampas das chumaceiras serão de ferro forjado, limadas a branco, não sendo a sua espessura inferior ao diametro dos parafusos que as seguram; devendo ter no centro, caixas lubrificadoras de bronze, e no sitio onde passam os parafusos, rebaixes para receber uma parte da espessura da porca torneada circularmente. As porcas serão seguras por meio de pequenos parafusos atarrachados no topo da tampa, vindo encontrar a parte circular da porca n'ella embebida.

As pontas dos parafusos que seguram a tampa, serão torneadas e terão espaço sufficiente acima da porca para poderem levar um troço ou perno.

Condensador. — Será fundido de uma só peça, perfeitamente solido e resistente, sendo o ferro de grão



fino como o do fixe, munido de portas apropriadas para a limpeza, e não deverá ter menos de dois pés quadrados de superficie de resfriamento por cavallo indicado de força da machina; o comprimento dos tubos será medido interiormente ás chapas dos mesmos tubos, que serão de bronze e de uma espessura não inferior a 1 ½ pollegada, sendo seguras ao condensador, nas partes expostas á agua por meio de pernos e porcas de metal Muntz. A agua deve passar pelos tubos em duas correntes oppostas, isto é, dar entrada por metade do numero de tubos e saír por outra metade. Os tubos deverão entrar perfeitamente justos nas chapas, serem de cobre estanhado e as juntas feitas com empanque de algodão e anilhas de bronze enroscadas, ou anilhas de patente de Horn.

No centro do condensador deverá haver uma chapa de bronze perfurada, servindo de supporte aos tubos. O condensador deverá tambem ser provido de uma caixa com valvula para injecção ordinaria, tendo tubo e ralo correspondente, e bem assim uma torneira auxiliar de alimentação. Todas as faces ou abas das portas que tenham de fazer juntas, serão perfeitamente aplainadas.

Bombas de ar.—Cada machina deverá ter uma bomba de ar ligada ao condensador, que será encamisada de bronze, não tendo as paredes do tubo menos de  $^5/_8$  de espessura e perfeitamente alisadas; o embolo será de bronze, devendo ter uma area de aberturas não inferior a  $^4/_3$  da area da bomba, a haste será de metal Muntz fixa ao embolo por meio de conico com porca, e as guardas das valvulas de bronze. As valvulas de aspiração serão de bronze, tendo uma area de abertu-



ra não inferior a  $^2/_5$  da area da bomba, sendo seguras para o fundo ou camisa da bomba de modo que possam tirar-se com facilidade sem desmontar o embolo; as guardas d'estas valvulas deverão tambem ser de bronze e seguras atarrachando no perno do centro da valvula, ou então por meio de um forte perno de metal Muntz solidamente seguro á séde da valvula de aspiração ou inducção por meio de porca. As valvulas de descarga serão de bronze, tendo uma area de abertura não inferior a  $^4/_2$  da area da bomba, sendo as guardas do mesmo metal. Estas valvulas serão seguras á camara da bomba ou reservatorio da condensação por meio de pernos e porcas de metal Muntz.

Todas as valvulas, sédes, guardas e embolos, deverão ser fortemente reforçados por meio de cutellos ou raios, e o empanque dos embolos será feito com galheta ou corda macia de linho.

Se as bombas forem mandadas por meio de alavancas, as hastes devem ser seguras ás cruzetas por ajustamento conico com porca de bronze superiormente; se forem mandadas directamente, as hastes serão seguras por meio de chavetas.

Os bucins das bombas de ar deverão ser encasquilhados de bronze e as anilhas de empanque do mesmo metal.

Pela presente descripção torna-se visivel que tratâmos de bombas de simples effeito; se porém estas forem de duplo effeito, então os embolos serão cheios e tanto as valvulas de inducção como de extracção serão divididas e de caoutchouc, sendo comtudo as sédes, guardas, pernos e porcas, de bronze, bem como o embolo, que poderá ter empanque metallico.



Bomba de circulação. — Deverá ser fornecida uma bomba de circulação para cada machina, satisfazendo exactamente ás mesmas condições que ficaram especificadas para as bombas de ar.

Se porém for empregado o systema da bomba centrifuga trabalhando independente da machina, n'este caso poderá haver uma unica bomba que será mandada por uma machina de vapor auxiliar (burro), com força sufficiente para que a agua de circulação, depois de ter passado através dos tubos do condensador, seja projectada para fóra do navio a altura conveniente.

Em qualquer caso a construcção das bombas de circulação deve satisfazer ao fim de poderem tomar a agua do porão, para o que serão munidas da competente tubagem e caixa com valvula.

Nas bombas de ar e circulação de simples effeito, recommenda-se que o espaço morto entre o embolo e as valvulas de descarga não seja muito superior a <sup>1</sup>/<sub>4</sub> de pollegada.

Reservatorio da condensação. — Deve ter amplas proporções, não devendo a sua capacidade ser inferior a tres vezes a das bombas de ar, e ser munido de um tubo de 4 pollegadas pelo menos de diametro que dê descarga para o porão. Este tubo deve ter uma valvula com cobertura, de modo que, quando seja preciso trabalhar com o condensador, recebendo injecção directa, possa ser fechado temporariamente.

A divisão entre o reservatorio e a agua de circulação deve ser munida de uma valvula de bronze com séde do mesmo metal, fornecendo uma abertura igual á secção de uma das bombas de circulação.



Esta valvula deve permittir a passagem livre da agua accumulada no reservatorio da condensação, ou esta seja motivada pela rotura dos tubos, ou porque o condensador foi obrigado a trabalhar com injecção directa; esta agua é por conseguinte lançada para o exterior do navio pelo tubo de descarga da condensação e valvula da amurada.

No reservatorio deve haver uma porta de entrada.

Bombas de alimentação e esgoto do porão.— Cada machina deve possuir um jogo d'estas bombas, tendo as de alimentação a capacidade prescripta pelas formulas. As bombas de esgoto do porão não deverão ter menor diametro do que as de alimentação, e todas as valvulas, sédes e embolos serão de bronze. As camaras das valvulas das bombas de alimentação deverão ter portas de bronze fixas com pernos e porcas de metal Muntz, e valvula de escape com haste de bronze; devendo os seus reservatorios de ar ter uma capacidade igual á da mesma bomba. Todas terão valvulas de ar, e as passagens das valvulas de aspiração e extração nunca serão inferiores a <sup>2</sup>/<sub>3</sub> da area da bomba.

Quadrante e suas peças de movimento.— O quadrante será de secção rectangular e forjado do melhor ferro embaraçado, tendo solidos os munhões para os tiradores dos excentricos e tirantes ou fusis de suspensão, não devendo a distancia de centro a centro dos munhões dos tiradores ser inferior a tres vezes o passeio da valvula distribuidora.

O dádo do quadrante será de bronze rijo, tendo calços perfeitamente ajustados nas juntas dos quadrantes e trabalhará bem justo no olho ou cabeça da haste da valvula, que será forjada solida com a mesma haste.



Os munhões dos tirantes ou fusis de suspensão terão um diametro igual a  $^2/_3$  dos que pertencem aos tiradores dos excentricos. Os tirantes serão dois por cada quadrante, tendo os furos encasquilhados de aço, e o seu comprimento entre centros não será menor do que duas vezes a distancia entre os dos munhões do quadrante.

Os tiradores dos excentricos serão feitos de ferro embaraçado, (scrap iron) podendo as cabeças ser de ajustamento com chumaceiras ou buchas de bronze, tendo n'este caso os parafusos contra porca e troço; o outro extremo deverá ligar-se á gola do excentrico por meio de patilha segura por pernos atarrachados na gola e de comprimento sufficiente para receber contra porca e troço.

As golas dos excentricos serão de bronze, tendo caixas lubrificadoras nascidas de fundição e perfeitamente ajustadas, devendo tambem ter calços delgados entre as orelhas para ajustamento e os parafusos que as seguram, contraporcas e troços.

Os excentricos serão de ferro fundido de grão fino e rijo, feitos em duas partes cuidadosamente ajustadas e seguras antes de serem torneados; o escatel para a chaveta será aberto na parte maior do excentrico.

O apparelho de deitar a machina a andar para vante ou para ré poderá ser para trabalho á mão ou a vapor. Sendo para movimento á mão, o parafuso sem fim será de ferro forjado, solido com o eixo, e engrenará n'um quadrante de sufficiente resistencia. O volante do parafuso sem fim deverá ter dimensões apropriadas para que o movimento possa fazer-se com rapidez.



Se o apparelho for movido a vapor, o cylindro será proporcionado á resistencia a vencer; a face do divisor será de chapa de bronze fundido com os orificios abertos, bem como de bronze deverá ser a valvula distribuidora, o embolo e sua haste, e a haste da valvula; tudo perfeitamente justo. Segundo o systema adoptado, o movimento da valvula distribuidora poderá ser dado por um quadrante de duplo excentrico ou por uma só alavanca ou valvula, devendo em todo o caso o movimento ser rapido e preciso.

Todas as alavancas ou manipulos que seja preciso moverem-se na occasião de pôr a machina em movimento, deverão estar á vista e á mão do engenheiro para que, sem desamparar o seu posto, possa movel-os com rapidez.

Os manipulos deverão ter ponteiros indicadores sobre quadrantes de metal graduados para se poder regular a abertura das torneiras ou valvulas.

Todas as juntas e moentes do apparelho de deitar a andar terão copos lubrificadores.

Embolos dos cylindros.—Serão de ferro fundido de grão fino e cellulares, tendo furos circulares, para a saída da areia dos machos; estes furos serão tapados com tácos de ferro fundido atarrachados com rosca fina, levando dois pernos tambem atarrachados, metade no taco e metade no embolo para evitar que por qualquer circumstancia elles possam saír do seu logar. Os embolos serão torneados, tendo um pouco conica a parte que recebe o furo da corôa, com o fim d'esta não apresentar difficuldade quando tenha de desmontar-se. A corôa do embolo deverá ser sufficientemente resistente, perfeitamente a elle ajustada e segura por meio de pa-



rafusos atarrachando em dádos de bronze embebidos na espessura do mesmo embolo. A distancia de centro a centro dos parafusos da corôa não deve ser superior a 7 diametros dos mesmos.

As cabeças dos parafusos serão abraçadas por chapas chamadas *guarda porcas*, as quaes serão seguras por meio de um perno quadrado, tendo um troço superiormente.

O metallico será de ferro fundido de grão fino e homogeneo, torneado com \(^1/\_4\) a \(^3/\_8\) de diametro a mais do que o do cylindro, cortado depois, ajustado, e vedado á junta no embolo e na corôa. No sitio do corte, deve o metallico ter uma chapa de bronze com um dente ou lingua que vestirá n'uma ranhura feita em cada extremo, e que será segura pela parte interna do mesmo metallico em um dos extremos, deixando o outro livre para poder expandir-se.

As molas de aço que guarnecem a parte interna dos metallicos, serão cuidadosamente ajustadas, de modo que exerçam igual pressão, e deverão ter um dente na parte posterior que vista em uma ranhura aberta no embolo com o fim de as conservar no seu logar.

O furo do embolo que tem de receber a haste deve ser torneado com um conico de 1 pollegada por 12, e a face em volta do furo tambem será torneada para receber de um lado a mordente ou resalto da haste e do outro a anilha e porca.

Hastes dos embolos.—Serão do melhor ferro embaraçado, devendo um extremo formar cabeça para receber a chumaceira que abraça a cruzeta, e o outro ser torneado conico para ajustar perfeitamente no furo do respectivo embolo, tendo em seguida rosca aberta



para receber a anilha e porca, a qual deverá ter uma altura igual ao diametro da corôa da rosca e depois de bem fixa levar um troço que a atravesse de um a outro lado.

A haste do embolo deve continuar com um diametro igual ao do fundo da rosca para saír pelo bucim da

tampa do cylindro e servir-lhe de guia.

Cruzetas e plainas.—As cruzetas serão feitas da melhor qualidade de ferro e terão chapas de bronze nos topos formando as plainas que vestem nos parallelos da machina. O seu ajustamento deverá ser perfeito e arranjado de modo que sempre possa ter logar, mesmo quando as plainas se gastem ou estejam folgadas, e isto sem que tenha de desmontar-se outra qualquer peça da machina.

Tirantes principaes. — Serão feitos do melhor ferro embaraçado, formando de um lado cabeça em forma de forquilha, tendo dois olhaes de dimensões reforçadas, para receberem a cavilha ou cruzeta que os liga á haste do embolo, conforme o systema de ma-

china.

A cavilha ou cruzeta será segura por meio de um parafuso que, atravessando o olhal, vá entrar em metade

da sua grossura.

Do outro lado o tirante terá uma patilha de grossas dimensões, propria para receber as chumaceiras de bronze, que devem ajustar no botão da manivella, as quaes são seguras ao tirante por meio de uma forte tampa de ferro forjado e parafusos, cujas porcas deverão vestir em parte n'um rebaixe feito na espessura da mesma tampa. Estas porcas deverão ser seguras por meio de parafusos atravessando o topo da tampa e



vindo de encontro á parte circular das mesmas, e as pontas dos parafusos torneadas, receberão troços na altura das porcas.

As chumaceiras de bronze de amplas dimensões terão calços nas juntas que permittam poderem ajustarse, quando folgadas ou gastas pelo uso, e bem assim ranhuras para lubrificação.

Arvore da machina.—A arvore das manivellas deve ser feita do melhor ferro embaraçado, perfeitamente solida, sem a menor falha, as suas dimensões devem exceder as determinadas pela formula do Board of Trade. Deve ser feita em duas metades perfeitamente iguaes entre si, ligando-se uma à outra por meio de uniões forjadas solidas com a mesma arvore, e reunidas no centro por meio de parafusos perfeitamente justos nos furos. Os moentes lisos, e por assim dizer, polidos, devem assentar por todos os pontos nas respectivas chumaceiras e as chavetas que fixam os excentricos devem vestir em canaes rectangulares abertos na arvore.

Arvore media—Deve ser feita em tantas quarteladas quantas necessarias para completar o seu comprimento; o ferro empregado será da mesma qualidade do da arvore da machina; as uniões nascerão macissas da mesma peça e proximo de cada uma deverá ficar um supporte com chumaceira; os supportes deverão assentar sobre soleiras de ferro fundido, que serão atravessadas pelos parafusos de fundação. O comprimento da quartelada que no tunnel ficar fazendo ligação com a arvore do helice, deve ser tal, que permitta poder tirar esta do seu logar, sendo preciso, sem desmontar as outras.



As differentes quarteladas d'esta arvore serão montadas e ligadas na fabrica, e só depois de perfeitamente certas é que devem mandrillar-se os furos das uniões para que os parafusos vistam justos, e não transtornem o desempeno que ellas devem ter quando collocadas no seu logar a bordo.

Arvore do helice. - Esta arvore deve ser da mesma qualidade de ferro das outras, e o seu diametro o mesmo da arvore das manivellas; será encamisada de bronze na parte que veste no bucim, não devendo ter a camisa menos comprimento do que duas vezes o diametro, e a parte que fórma moente no tubo a ré um comprimento não inferior a quatro vezes e meia o diametro. A grossura do metal da camisa será de 3/4 de pollegada. The spirit the reput also necessary arms of an

Na camisa que tanto n'um como n'outro extremo deve ajustar perfeitamente na arvore e formar por assim dizer uma peça solida, depois de torneada, devem metter-se-lhe alguns pernos de bronze atarrachados e cravados á face que a atravessarão, bem como uma parte da espessura da arvore. Il color o representado estra

A parte que veste no helice deve ajustar completamente no furo, tirando-lhe as menores pegas com o rascador, e quando mettido o helice no seu logar, deve marcar-se com um golpe de escopro o ponto até onde veste, depois do que se acertam os cavalletes. Quando o helice vae ao seu logar para ficar, deve vir até á marca que anteriormente se fez.

Tubo do cadaste ou tubo do helice.—Este tubo é de ferro fundido igual ao empregado nos cylindros; deve ser cuidadosamente mandrillado tanto no sitio onde recebe o bucim e serve de moente, como no ou-



tro extremo, onde deve receber um tubo de bronze. Este tubo de espessura conveniente, é aberto em ranhuras de granzepe a todo o comprimento, nas quaes vestem reguas de madeira de gayac, que são mettidas á força e com massa de zarcão.

Guarnecido o tubo interiormente com as reguas, são estas torneadas pela medida do diametro da camisa da arvore, porque têem de servir-lhe de chumaceira, depois do que é mettido no extremo do de ferro, levando exteriormente no topo, uma anilha de bronze segura por seis parafusos de 1 pollegada que tapa as juntas dos dois tubos e impede que, no caso de alguma das reguas de madeira se torne leve, ella possa saír do seu logar.

No outro extremo do tubo e na caixa torneada para receber o bucim, deve vestir uma anilha de bronze de um comprimento igual ao diametro da arvore e no furo interior, devem abrir-se duas ranhuras em espiral de <sup>3</sup>/<sub>8</sub> de fundo. O bucim deve ser encasquilhado de bronze.

Antes de metter o tubo do cadaste no seu logar, deve vestir-se a arvore do helice dentro do mesmo tubo para ter a certeza de que o seu trabalho não offerecerá inconveniente.

O tubo deve entrar forçado no furo do cadaste e receber no extremo exterior, enroscada na sua parte externa, uma porca que terá um furo de 1 ½, pollegada em cada uma das seis faces para receber a chave ou alavanca que deve apertal-a.

A parte do cadaste onde a porca assenta, deve ser torneada, bem como a face interior onde assenta a aba do tubo, para que o ajustamento seja perfeito. Esta



aba é segura por um sufficiente numero de parafusos á chapa bastante grossa que forma a ultima antepara. No tubo, e em seguida á anilha de empanque, deve haver uma torneira de 1 ½ pollegada, com um tubo, que venha á antepara, e no extremo d'este uma torneira de bico que ficará superiormente ao bucim, de modo que possa refrescar esta parte, sendo preciso, com a agua fria que circula dentro do tubo do cadaste.

Helice.—Este propulsor será do systema que se combinar, e de ferro fundido se o navio for de ferro, ou de bronze, se o navio é de madeira. Em todo o caso será seguro á arvore por meio de um cavallete mettido no eixo, tendo todo o comprimento do cubo do helice, e por uma grande porca atarrachada no extremo do mesmo eixo, ajustando perfeitamente na face posterior do cubo. Esta porca será conservada no seu logar por meio de uma chaveta, que, atravessando o eixo, vista ainda em uma pequena ranhura aberta na face exterior, devendo tambem a mesma porca ser atravessada na sua espessura por um parafuso de 1 1/4 pollegadas atarrachado, cuja ponta deverá embeber cousa de 1 pollegada em um furo feito na arvore. Uma contraporca exterior conservará este parafuso no seu logar depois de bem who commonwhates the transfer shifted in

Deve notar-se que tratâmos aqui unicamento do helice fixo, que é ao presente o geralmente empregado.

Chumaceiras da arvore media. — Serão feitas todas de ferro fundido, devendo ter o meio circulo inferior onde gira a arvore, rasgos em fórma de granzepe a todo o compartimento, que terão <sup>3</sup>/<sub>8</sub> de pollegadas de fundo e occupando os <sup>3</sup>/<sub>4</sub> da superficie de meio



circulo. Estes rasgos deverão ser cheios de metal branco, ou de uma liga de 8 partes de estanho, ½ de cobre e 1½ de antimonio, a qual depois de vasada nos rasgos, deve ser batida a pancada de martello antes do ferro da chumaceira ser torneado.

Estes supportes-chumaceiras, devem assentar sobre soleiras de ferro fundido, e estas sobre madeira de carvalho, sendo tudo seguro por 4 parafusos de  $1^4/_2$  pollegada de diametro.

Os parafusos que seguram a tampa deverão ser torneados bem justos, e ter contraporcas, e a tampa que fórma a meia chumaceira superior deverá entrar em parte na metade inferior para evitar deslocamento e ter a competente caixa lubrificadora.

Chumaceira de rosca ou de encosto. — Deve ser do systema de anneis moveis de bronze perfeitamente ajustados tanto na metade inferior como superior da chumaceira. A tampa de ferro fundido deverá ter uma ampla caixa lubrificadora a todo o comprimento, contendo um tubo de cobre para torcida lubrificadora correspondente a cada annel; vestir no supporte inferior para evitar deslocamento. Na junta entre a parte que forma as duas meias chumaceiras, deverá haver uma regua de ferro forjado para amparar os anneis e evitar que elles possam desandar com o movimento.

Os parafusos que atracam a meia chumaceira superior á inferior devem ser torneados, perfeitamente justos e terão contraporcas.

O supporte deve assentar em uma forte soleira fundida, sendo aplainadas as superficies de contacto e tendo encontros para regular e fixar a posição da chumaceira. Esta chapa será solidamente segura por meio



de parafusos ao largo e resistente chapuz de madeira ou estructura de ferro.

A chapa de soleira deverá ter na frente uma aba de sufficiente grossura para admittir alguns parafusos de 1 \(^4/\_4\) pollegada de diametro, cujas pontas venham actuar sobre o supporte da chumaceira de rosca, com o fim de lhe graduar a sua posição; estes parafusos serão distanciados uns dos outros 7 pollegadas de centro a centro na linha de comprimento da base do supporte, e terão contraporcas. Os furos da chapa de base do supporte terão a fórma oval para permittirem o movimento de ajustamento da chumaceira.

Na parte posterior tambem a chapa de soleira deverá ter outra aba ou encontro, servindo para receber uma chaveta de ferro forjado parallela entre o encontro e a chapa de base do supporte a todo o comprimento, com o fim de tornar perfeitamente solida e compacta a posição do mesmo supporte.

Todo o trabalho de assentamento, fixação e ajustamento d'esta peça da machina, deve ser cuidadosamente

feito para evitar transtornos e dissabores.

Apparelho de virar a machina á mão. — Consiste este apparelho em uma roda de ferro fundido feita em metades, de dentadura helicoidal engrenando em um parafuso sem fim, forjado solido com o seu proprio eixo. A roda é segura á arvore de rosca por meio de dois fortes cavalletes e de dois parafusos de aço de 1½ pollegada, atarrachados no cubo com contraporcas.

O eixo do parafuso sem fim deve vestir em chumaceiras construidas de modo que possam descer e subir com o eixo, a fim de engrenar e desengrenar o pa-



rafuso da dentadura da roda, ou então o eixo ter movimento lateral de fórma a conseguir o mesmo fim, pois que o parafuso só deve estar engrenado quando a machina está parada, e se torna preciso movel-a á mão.

O movimento do eixo da rosca sem fim, é obtido por meio de uma alavanca de roquete, podendo trabalhar para um e outro lado, o extremo da qual deve terminar em olhal, de modo a poder engatar uma talha. Este mesmo movimento póde ser dado por meio de uma pequena machina de vapor.

Caldeiras. — As caldeiras devem ser cylindricas ou ovaes e multitubolares; a espessura da chapa e as condições de pressão serão satisfeitas applicando as regras do Board of Trade ou Loyd's.

A superficie de calorico não será inferior a  $4^4/_2$  pés quadrados por cavallo indicado, e será tomada como tal a camara de combustão, a chapa posterior dos tubos, tubos e parte superior da fornalha acima da grelha.

O espaço total para vapor ou camara de vapor, comprehendendo o domo ou capacete, não deverá ser inferior a 1 pé cubico por cavallo indicado, e o espaço acima da ultima fiada de tubos deverá ser igual em altura a  $^4/_3$  do diametro da caldeira. Todas as chapas expostas á acção da chamma, serão de Lowmoor, Bowling, Farnley, ou ferro de igual qualidade.

As fornalhas devem ser construidas de modo que não haja cravação alguma de arrebites na parte superior banhada directamente pela chamma, sendo o tecto d'ellas feito de uma só chapa e com o rebordo voltado para cravar na chapa dos tubos, bem como a chapa



do fundo do cinzeiro que deve continuar a formar o fundo da camara de combustão.

As fornalhas serão perfeitamente circulares; a junta das chapas superior e inferior formándo a fornalha será cintada e com cravação dupla; a chapa, formando o fundo da camara do fogo, sendo possivel, será de uma só peça e de rebordo voltado para ligar as chapas, formando os lados e o tecto. Todos os furos de cravação d'estas chapas serão feitos á broca e contraponçoados de um e outro lado, e todos os arrebites nas camaras de combustão terão cabeças redondas para facilitar o serem encalcados com rapidez, sendo preciso.

A chapa formando a frente das fornalhas será, sendo possivel, de uma só peça e de rebordo voltado para receber a cravação da que forma a fornalha e a chapa exterior. Se qualquer d'estas chapas tiver de ser em duas, a junta será cintada e de cravação dupla. As chapas dos tubos não deverão ter menos de <sup>3</sup>/<sub>4</sub> de grosso, devendo a furação dos tubos ser cuidadosamente feita e os espaços deixados entre elles, tanto vertical como horisontalmente, não inferiores a 1 <sup>4</sup>/<sub>4</sub> pollegada.

A furação em toda a chapa da caldeira deverá ser feita de modo que não seja necessario metter repuxadeira para puxar os furos, sendo toda a furação feita á broca. Todas as juntas circulares serão de cravação dupla, e as horisontaes com triplice cravação sendo junta sobreposta, ou cravação dupla sendo junta cintada.

As escoras serão feitas da melhor qualidade de ferro embaraçado e atarrachadas com 11 fios de rosca por pollegada. Os furos para ellas serão feitos nas duas chapas perfeitamente destorcidos, devendo as escoras



ser mettidas bem justas, e depois de atarrachadas nas chapas, os seus topos cravados como os arrebites. Os tubos-escoras terão rosca aberta nos extremos de 9 fios de rosca por pollegada e serão mettidos no seu logar levando porca interior e exteriormente á chapa.

Depois das caldeiras acabadas deverão ser provadas por pressão hydraulica, conforme determinam as formulas, e só depois é que se trata de montar os seus differentes pertences e apparelhos.

A grelha deve ter uma inclinação de 1 pollegada em cada 12 de comprido, e o altar ou ponte será construido de tijolo refractario, deixando superiormente um espaço para a passagem da chamma, igual a metade da area de passagem dos tubos por cada fornalha.

A caldeira deverá ser pintada exteriormente e emquanto a tinta está verde, coberta com duas camadas de feltro, sobre as quaes se assentam as reguas de madeira bem secca, unidas as juntas por meio de linguas de chapa de ferro ou de macho e femea. Estas reguas são depois seguras no seu logar por meio de braçadeiras de chapa de ferro de 2 ½ pollegadas de largo.

Depois das caldeiras collocadas a bordo podem ainda ser cobertas superiormente com uma espessura de 2 a 3 pollegadas, e até 12 pollegadas abaixo do nivel de agua normal, com qualquer composição má conductora do calorico, que deve apoiar em uma barra cantoneira fixa á chapa exterior da caldeira, sendo tudo coberto com chapa de chumbo.

Apparelhos da caldeira.—Cada caldeira deve ter duas valvulas de segurança actuadas por meio de molas de aço perfeitamente graduadas; uma valvula



de passagem para o vapor; uma valvula reguladora da alimentação pertencente á bomba respectiva da machina; uma outra que communica com o tubo da bomba de alimentação do burro; um ou dois apparelhos de tubo de vidro de nivel de agua, conforme a caldeira é de uma ou duas faces; duas torneiras de próva; uma torneira ou valvula para a espumação; uma torneira ou valvula de descarga; uma torneira para injecção do sebo tendo um bico curvo; uma torneira para o manometro de pressão, e outra para o apito de vapor; uma torneira de tiragem; uma torneira de duas passagens para fornecer o vapor para o burro; uma porta de entrada e um numero sufficiente de portas do lodo para por ellas se fazer a limpeza da caldeira.

As caixas ou camaras das valvulas de segurança serão de ferro fundido, com as sédes e valvulas de bronze, e as abas da caixa das valvulas devem assentar perfeitamente sobre a chapa da caldeira. Cada caixa de valvula deverá ter um tubo de cobre de 1½ pollegada para purgação, que deverá ir lançar a agua em um pequeno reservatorio ou tanque de ferro. Ambas as valvulas terão movimentos de alavancas para poderem ser alliviadas da casa da machina.

A valvula de passagem do vapor deve ser collocada em posição que este venha o menos saturado de agua possivel, e ser accessivel da plataforma superior da casa da machina. Todas as valvulas e respectivas caixas para a alimentação e espumação, bem como todas as torneiras, deverão ser de bronze e perfeitamente acabadas, sendo todas as suas juntas feitas apenas com uma volta de arame e massa de zarcão. Os pernos atarrachados na caldeira terão anilha e porca interior-



mente, e exteriormente tambem as porcas devem assentar sobre anilhas.

As frentes das fornalhas e portas serão de ferro fundido, e tanto estas como as portas da camara do fumo deverão ter chapas de guarda interior formando camara de ar, e tendo pelo menos entre as chapas e as portas um espaço de 1½ pollegada.

A chaminé deverá ter saia, que começa na calote da camara do fumo, subindo até certa altura acima do convez, formando camara de tiragem do ar, sendo aberta superiormente e apenas coberta por uma especie de capacete, que, dando livre saída ao ar, evite que a humidade possa penetrar entre a saia e a chaminé.

Tubagem e torneiras.—O tubo conductor do vapor até 10 pollegadas de diametro, deverá ser feito de chapa de cobre n.º 6 W. G., acima d'este diametro empregar-se-ha chapa n.º 4 W. G.; tubos de alimentação e descarga da caldeira tambem de cobre, chapa n.º 6 W. G.; o tubo de espumação n.º 8 W. G.; o tubo de injecção n.º 10, tubo de descarga do vapor n.º 14, tubo de descarga da condensação n.º 10, conductor de vapor do burro n.º 8, tubo de saída de vapor do burro n.º 10 W. G.

O tubo conductor do vapor deverá vir da valvula de passagem da caldeira o mais directamente possivel para a machina, devendo terminar formando junta de expansão com o competente bucim na valvula de passagem junto á machina.

Toda a tubagem de alimentação e de outros serviços que passe pelo porão, deve ser disposta de modo que o seu exame, montagem e desmontagem, seja facil, devendo evitar-se as curvas muito apertadas, e as



ligações serão o mais directas possivel. Todas as manilhas dos tubos serão de bronze, torneadas, os parafusos de metal Muntz, com porcas e anilhas de bronze.

Todos os tubos conductores do vapor serão cobertos com feltro e depois com lona. No fundo do navio ou proximo, deverá ser collocada uma caixa com valvula para injecção directa, sendo tanto a valvula como a séde e haste de bronze, e uma outra caixa com valvula similhante á de injecção para fornecer agua do mar para o burro ou machina auxiliar de alimentação. Uma valvula com torneira de segurança será tambem collocada no fundo do navio para descarga das caldeiras, bem como as caixas e valvulas ou torneiras do fundo ou das amuradas para fornecerem agua para a bomba de circulação e saída das espumações. Todas estas valvulas, séde e hastes, deverão ser de bronze, bem como todas as torneiras, sendo feitas com caixa de empanque e bucim para segurar o macho, sendo todos os parafusos ou pernos empregados n'ellas de metal Muntz, os quaes terão porcas e contraporcas de bronze.

Toda a tubagem será de cobre, e nenhum tubo poderá communicar com o exterior do navio sem ser por meio de valvula ou torneira fixa no fundo ou amurada.

Lubrificação. — Todas as chumaceiras ou peças da machina que tenham jogo ou movimento, serão providas de copos apropriados para lubrificação.

Será fornecido um apparelho completo para serviço de agua fria na machina, tendo a tubagem de latão ou de cobre, e em alguns sitios os tubos em fórma de telescopio, e em outros, juntas universaes e uma torneira com seu tubo para cada chumaceira principal, incluindo as do tunnel.

Machina auxiliar de alimentação. (Burro) — Um d'estes apparelhos deverá ser fornecido com a machina, e as dimensões da bomba serão taes, que só por si possa fornecer a agua necessaria á alimentação das caldeiras, e alem d'isto satisfazer aos seguintes serviços; tirar agua do mar, do porão e da caldeira; deitar agua para o convez e para o mar.

O embolo da bomba será de bronze bem como todas as sédes e valvulas, e se estas forem de caoutchuc, as guardas, hastes e mais peças interiores serão de bronze bem como os parafusos e porcas. As camaras das valvulas, tanto de aspiração como de compressão, deverão ser de facil desmontagem para exame e substituição das valvulas quando preciso; devendo as de compressão ter reservatorio de ar e valvula de escape, bem como torneira de ferrar no corpo da bomba.

Todas as chumaceiras da machina, golas dos excentricos e bucins serão de bronze, bem como os copos de lubrificação indispensaveis.

Uma caixa, que poderá ser commum ao burro e á bomba de serviço do navio, deverá conter tantas valvulas quantos forem os destinos a que a bomba tenha de satisfazer, devendo cada haste de valvula ter um pequeno volante de mão para abrir e fechar, tendo a indicação da communicação da valvula, se com os tubos do porão de prôa, de ré, dos tanques, etc.

Estas valvulas e suas hastes e bucins serão de bronze.

Bomba de serviço do navio.—Esta bomba, geralmente de duplo effeito, é empregada para satisfazer a todos os serviços do navio, devendo alem d'isto poder tambem ser empregada para metter agua na caldeira



em quantidade sufficiente para um trabalho a meia força da machina. Deve ser construida de modo que possa receber movimento da propria machina, ou ser tocada á mão quando esta esteja parada. Pelo que diz respeito a valvulas, sédes, hastes, bucins, parafusos, etc., deverão seguir-se as indicações que se deram para a bomba do burro.

Toda a tubagem de esgoto do porão será de chumbo, podendo as manilhas ser do mesmo metal, perfeitamente soldadas e acompanhadas com manilhas soltas de chapa de ferro de um e outro lado; estas manilhas e parafusos deverão ser zincados se o navio é de ferro, se este porém é de madeira, as manilhas e parafusos serão de bronze.

O chupadouro em cada quartelada do porão será munido de uma caixa formando ralo, tambem de chumbo, dentro da qual o tubo virá absorver a agua; o comprimento de cada tubo não deverá ser superior a 10 pés, e será acompanhado no seu comprimento por apoios de madeira perfeitamente fixos, para evitar que o tubo se desloque. Deve procurar-se que tanto os tubos como os ralos no porão sejam accessiveis para exame ou concerto.

Objectos diversos.—Para serviço dos cylindros deverá haver uma plataforma feita de chapas de estrado furado, ou grade feita de ferro forjado perfeitamente fixa, tendo em volta balaustres e corrimão polido. A plataforma da machina será feita de estrados de chapa raiada assentes sobre barra cantoneira. O serviço das plataformas será feito por escadas de ferro com degraus de ferro fundido e terão corrimão de ferro polido de um e outro lado.



Haverá um apito de vapor de largas dimensões, ligado á torneira da caldeira por um tubo de cobre, e collocado á altura da ponte do navio; deverá ter um som forte e claro. Na ponte deverá haver um telegrapho com ponteiro e mostrador, e outro telegrapho correspondente na casa da machina para accusar as vozes de commando.

A machina deverá ser munida de um manometro, accusando a pressão do vapor no tubo conductor do mesmo á entrada na machina, outro correspondendo á camara do vapor entre os dois cylindros, e um manometro de vacuo em communicação com o condensador.

No convez deverá haver os ventiladores que se julguem precisos (dois ou quatro), descendo até a camara dos fogueiros, sendo pelo menos dois d'elles, munidos de um guincho proprio para içar os baldes com as cinzas.

Todas as lampadas ou candieiros de illuminação da machina deverão ser de cobre, ou latão, dar boa luz e estarem perfeitamente fixos nas posições que se julgarem mais convenientes.

As escadas da camara dos fogueiros para serviço d'estes serão de ferro forjado e perfeitamente seguras ás escotilhas, e o estrado de serviço das caldeiras de chapa de ferro raiada. Entre a casa da machina e a camara dos fogueiros deverá haver uma passagem de sufficiente largura.

Na casa da machina, e em logar apropriado, deverá haver os ferrramentaes precisos, onde deverão estar collocadas por sua ordem as chaves de porcas e parafusos e sempre á mão; um tanque para azeite com torneira de segurança, e bandeja de cobre com rallo



para apoio das almotolias destinadas á lubrificação. Se a camara dos fogueiros ficar afastada, deve haver um tubo porta-voz para o engenheiro transmittir as suas ordens.

Os paioes de carvão serão feitos de chapa de ferro de conveniente grossura e as superficies escoradas para as amuradas; terão agulheiros com as repectivas tampas no convez ou coberta, e portas de corrediça de amplas dimensões para a saída do carvão na camara dos fogueiros; e deverão ser munidos de tubos de segurança ou de temperatura.

# INSPECÇÃO, EXPERIENCIA E DEVERES DO ENGENHEIRO DE QUARTO

Inspecção.—A construcção de uma machina maritima deve ser sempre sujeita á inspecção constante e cuidadosa de um engenheiro competente por parte do proprietario que encommendou a construcção.

Ao engenheiro que assiste á construcção compete ver que as condições do contrato se cumpram; examinar todos os detalhes da mão de obra, qualidade do material empregado, montagem da machina e caldeiras a bordo. Para este fim, deve examinar as peças de fundição na fabrica, para conhecer se a qualidade do ferro é ou não apropriada e se tem defeitos que possam ser prejudiciaes; nas peças forjadas, se são feitas de bom ferro embaraçado, se estão bem solidas, se não apresentam falhas e se têem a resistencia necessaria; nas de bronze, se este é perfeitamente homogeneo, se as peças têem a espessura necessaria e se a liga é bem resistente. Uma liga que offerece garantia de bom



serviço é a que se obtem misturando 34 partes de cobre novo, com 6 de estanho, 10 de latão e 50 de bronze velho.

O engenheiro deve examinar cuidadosamente o acabamento das differentes peças e o seu perfeito ajustamento.

Na montagem da machina a bordo deve tomar conhecimento de todos os alinhamentos, e verificar, não só que as differentes peças estejam solidamente fixas ao navio, mas tambem e sobretudo, que as valvulas ou torneiras do fundo e das amuradas abaixo da linha de agua offereçam bastante confiança, e que sejam collocadas de modo, que se torne facil o seu exame em qualquer circumstancia, e finalmente ter em attenção os immensos pequenos detalhes, que, sendo descurados, se traduzem em trabalho e difficuldades para o engenheiro durante o funccionamento da machina.

Em muitos casos a inspecção, tanto da construcção dos navios, como das machinas, é entregue com a maxima confiança á fiscalisação official que em Inglaterra é exercida pela instituição dos Loyds ou pelo Board of Trade. O exame e fiscalisação dos engenheiros de qualquer d'estas corporações, está longe de satisfazer á confiança que os menos experientes n'ellas depositam, pois é apenas por assim dizer superficial e limitada ás instrucções que receberam e lhe determinaram o seu serviço e obrigações inherentes, que são: verificar, segundo as formulas estabelecidas, se a chapa da caldeira tem a espessura conveniente e se a mesma caldeira monta os apparelhos indispensaveis; se a arvore da machina tem as dimensões proprias; se as molas das valvulas de segurança representam a carga



de regimem; se algumas outras peças têem a resistencia necessaria; se o navio tem as valvulas e torneiras de fundo precisas, e a machina os sobresalentes indispensaveis.

A mão de obra e a qualidade de material empregado, o modo por que a machina e caldeiras são assentes, e milhares de outros detalhes, dos quaes podem resultar graves prejuizos e despezas consideraveis, são, por assim dizer, cousas indifferentes.

A inspecção dos Loyds é hoje um pouco mais cuidadosa, entrando em maior numero de detalhes, sendo um d'elles a prova das caldeiras, mas ainda assim é difficiente para quem desejar possuir uma machina em condições de perfeita confiança.

Experiencias da machina. — Collocada uma machina nova a bordo de um navio, é costume proceder a algumas experiencias antes do fabricante ou constructor do navio e da machina fazer a sua entrega ao dono ou proprietario que a encommendou.

A primeira experiencia da machina costuma ter logar na boia ou com o navio amarrado, e tem por fim examinar se a montagem está convenientemente feita, se todas as juntas tanto dos apparelhos da caldeira como da tubagem e da machina estão bem feitas, se não ha fugas de vapor ou agua, se todas as peças da machina se movem livremente sem offerecer resistencia, se no condensador se forma o vacuo conveniente, se as bombas funccionam bem e sobretudo a machina auxiliar de alimentação ou burro, se as valvulas do fundo e amurada do navio abrem e fecham facilmente e satisfazem ao fim para que foram collocadas, etc.



Para este fim o engenheiro põe a machina a funccionar, ora para vante ora para ré, e por pouco tempo, pois não convem puxar muito pela amarração do navio.

Esta experiencia é, por assim dizer, do engenheiro montador, para conhecer se o seu trabalho está perfeito, e prevenir qualquer inconveniente que possa darse na experiencia definitiva ou official; tanto, que no caso de encontrar qualquer embaraço, trata de o remediar e repete a experiencia tantas vezes quantas necessarias para se assegurar perfeitamente que a experiencia definitiva póde tazer-se com a confiança de que tudo caminhará satisfactoriamente.

Na experiencia definitiva ou official, o navio larga a boia ou amarração e faz-se ao largo. É facto assente que para que esta experiencia dê resultados que possam ser apreciados com exactidão, tanto para conhecer da qualidade do navio, como da efficacia do motor, precisa ter-se alastrado convenientemente o navio, a fim que elle fique o mais proximo possivel da sua linha de agua carregada. De outra fórma, fazendo a experiencia com o navio leve, os resultados obtidos não são verdadeiros, e podem accusar differenças consideraveis, quando elle for empregado em serviço ordinario.

Esta experiencia não deve durar menos de seis horas em trabalho regular da machina a toda a força, devendo, durante este tempo, o engenheiro encarregado do exame notar cuidadosamente o seguinte:

1.°—Se as caldeiras geram vapor com facilidade e sem activar muito o fogo;

2.º—Se a tiragem é conveniente;



3.º—Se a agua se conserva quieta no tubo de vidro de nivel, e por conseguinte se as caldeiras não são sujeitas a fermentar;

4.° Se qualquer das peças do movimento da machina tem tendencia a aquecer, sobretudo as chumaceiras principaes, as do tunnel e as dos tirantes;

5.º—Se ha algum choque ou pancada nos cylindros, bombas ou tirantes principaes;

6.º— Se o helice trabalha docemente e sem choque;

7.º—Se o vacuo se conserva em boas condições sem variar;

8.º—Se as plainas ou dados funccionam bem nos parallelos;

9.°—Se os diagrammas tirados no indicador em ambos os cylindros mostram um trabalho regular do vapor;

10.º—Qual a velocidade de andamento do navio na milha medida;

11.º—Qual a força indicada desenvolvida pela machina, quando a toda a força, calculada por meio dos diagrammas;

12.º—Mandar medir e pesar o carvão durante um certo tempo de funccionamento regular da machina para conhecer do consumo por cavallo e por hora.

O engenheiro inspector, durante o tempo que dura a experiencia, deve tirar uma serie de diagrammas de ambos os cylindros, para fazer uma idéa completa da efficacia da machina e poder calcular a força nominal desenvolvida.



Para ter a medida exacta da velocidade de andamento, o navio vem á milha medida, e depois de fazer quatro ou seis carreiras, a favor e contra corrente, toma-se a media das differentes velocidades obtidas, e o resultado será a velocidade media do navio, ou melhor, a velocidade maxima, que raro será excedida em condições normaes.

A velocidade obtida na milha medida deve ainda ser comparada com a que for accusada pela barquinha, que terá sido lançada á agua durante a experiencia, por mais de uma vez.

Se o navio durante a experiencia deu resultados satisfactorios em todos os sentidos, e em relação com as condições do contracto, está no caso de ser entregue pelo constructor e recebido por quem o encommendou.

Deveres do engenheiro de quarto.— O engenheiro de quarto deve, por assim dizer, imitar a machina, isto é, estar sempre em movimento, ser todo olhos e ouvidos. O seu primeiro dever quando toma conta do quarto é notar a altura de agua no vidro de nivel na caldeira, a pressão de vapor no manometro e o vacuo no condensador, depois passar um exame geral na machina, e apalpar todas as suas chumaceiras, bem como as do tunnel para ver se estão frias e bem lubrificadas, nas quaes se não deve lançar agua fria sem uma urgente necessidade. Se uma chumaceira aquece, é porque existe uma causa qualquer que é preciso fazer remover apenas seja possivel.

Deve deitar um pouco de azeite em cada tubo ou copo lubrificador, pelo menos uma vez em cada hora, e conserval-os meio cheios com azeite, notando que as torcidas o deixem passar livremente.



É prohibido ao ajudante de quarto o alterar a posição da valvula de garganta, a valvula reguladora da alimentação ou da injecção, depois da sua posição ser fixada pelo engenheiro. A pressão normal do vapor deve conservar-se com uniformidade, para o que é preciso vigiar que os fogueiros conservem um fogo regular e claro e os cinzeiros limpos.

A meio do quarto deve provar a densidade da agua na caldeira, notar o numero de revoluções da machina, pressão do vapor e vacuo, e escrever as indicações no quadro da casa da machina.

Deve observar se trabalham bem as bombas de esgoto do porão, e se n'este existe agua accumulada.

Antes de terminar o quarto deve examinar todas as chumaceiras, incluindo as do tunnel, para as entregar frias e bem lubrificadas, escrevendo no quadro o estado em que entrega a machina. As cinzas do carvão devem ficar arrumadas, de modo a poderem ser lançadas ao mar pelos fogueiros que vem render o quarto; a camara dos fogueiros deve ficar limpa e tudo nos seus respectivos logares.

O engenheiro de quarto não deve nunca, por circumstancia alguma, deixar o seu posto na casa da machina; muitas vezes um momento de demora em parar a machina ou pol-a em movimento para ré póde dar lo-

gar á perda do navio.

Um commandante ou engenheiro chefe nunca deve consentir similhante pratica, que tem por todos os modos de ser condemnada. Ainda quando em descanso, o engenheiro deve conservar-se em estado de poder apresentar-se quando chamado para acudir a qualquer accidente imprevisto ou casual.



Na chegada do navio ao porto do destino é sempre o engenheiro chefe e o segundo, quem trata do entretenimento e arranjo da machina, emquanto que o terceiro ou ajudante é quem tem a seu cargo o tratamento das caldeiras e seus apparelhos. Este serviço demanda grande attenção; as caldeiras devem não sómente ser examinadas exterior mas tambem interiormente, entrando dentro d'ellas, antes e depois de limpas. Deve examinar as camaras do fogo, notando o estado em que encontrou tudo, com especialidade a chapa e tubos, de que dará parte ao engenheiro chefe.

Um ajudante machinista deve ser esperto e cuidadoso no cumprimento dos seus deveres, não deve ter medo de sujar-se, nem recusar-se a qualquer trabalho, por mais incommodo e desagradavel que seja; deve procurar fazer a maior parte dos trabalhos por suas proprias mãos, e nunca deixar de pedir conselho a seus superiores, devendo sempre desconfiar dos seus proprios conhecimentos. É d'este modo que um ajudante póde chegar a ser um excellente engenheiro chefe, quando junte aos conhecimentos scientíficos, que hoje são exigidos para estar completamente ao facto do trabalho das machinas, a pratica de todos os serviços de bordo, não só porque os tenha visto mandar fazer, mas sim porque os tenha executado por suas proprias mãos.

# PEÇAS PRINCIPAES DE SOBRESALENTE DA MACHINA QUE DEVEM SER FORNECIDAS

Uma metade da arvore da machina com a respectiva manivella prompta a montar no seu logar. Uma arvore do helice completa.



Um helice ou uma aba, se estas são de desmontar, com os respectivos parafusos.

Um embolo de bomba de ar com sua haste, completa. Uma séde e valvula de passagem da bomba de ar para o reservatorio.

Um embolo de bomba de circulação com sua haste.

Uma séde e valvula de passagem d'esta bomba.

Uma gola de excentrico com o seu tirador completo.

Uma haste da valvula de distribuição completa.

Dois parafusos com porcas para cada uma das cabeças de um dos tirantes principaes.

Dois parafusos com porcas para as chumaceiras da arvore da machina.

Um jogo de parafusos com porcas para uma das uniões da arvore da machina.

Um jogo de parafusos de olhal completo.

Quatro parafusos de fundação com porcas.

Um jogo de parafusos para a corôa do embolo do cylindro.

Um meio jogo de molas para cada embolo.

Duas duzias de pernos com porcas, sortidas.

Uma chumaceira superior e outra inferior para as cabeças dos tirantes principaes.

Uma chumaceira da arvore da machina.

Doze aros de bronze de chumaceira de rosca.

Um jogo de valvulas e sédes para a bomba de alimentação.

Dois jogos de molas para as valvulas de escape.

Duas molas para as valvulas de escape dos cylindros.

Um jogo de valvulas de caoutchuc vulcanisado por cada bomba.

Cincoenta parafusos com porcas, sortidos.



Dez tubos para cada caldeira.

Vinte tubos para o condensador e cem anilhas.

Meio jogo de grelhas e quatro travessões.

Duas molas para as valvulas de segurança.

Vinte quatro tubos de vidro para apparelho de nivel de agua, e sufficiente numero de anilhas de empanque.

Estes sobresalentes podem ainda ser augmentados ou diminuidos em conformidade com o systema de machina e exigencias do serviço que o navio tem a desempenhar.

in married at the married service and a surface of the married and the surface of the surface of



# CIRCULAR DO ALMIRANTADO INGLEZ PARA O TRATAMENTO DAS MACHINAS E CALDEIRAS MARITIMAS

#### MACHINAS EM GERAL

- 1.º Os cylindros serão sempre purgados antes de deitar a machina a andar.
- 2.º Os cylindros e as camisas serão aquecidos gradualmente até á temperatura do vapor; o fogo será accendido de modo que não seja preciso actival-o muito para obter a pressão, sempre que isto seja praticavel.
- 3.º Os embolos dos cylindros das machinas horisontaes serão desmontados sempre que se julgue necessario; os anneis metallicos serão mudados de posição quando apresentem indicações de gastos pelo trabalho.
- 4.º Nas machinas verticaes de cylindro invertido, deverá haver escrupulosa attenção em não deixar que as chumaceiras da cabeça do tirante estejam folgadas para impedir as pancadas e os choques no fim de cada passeio; estes choques podem produzir rachas no embolo.



5.º A lubrificação junta ao vapor será sempre empregada. Tendo em vista que uma lubrificação muito abundante é prejudicial, deve limitar-se esta ao estrictamente necessario e util.

6.º Quando for preciso fazer uso de agua para refrescar as chumaceiras, deve haver cuidado em lubrifical-as com azeite sómente, durante alguns minutos

antes de parar a machina.

7.º Sempre que se desmontarem as tampas das chumaceiras, ou os estropos, os parafusos que lhes pertencem serão tirados, limpos e untados com sebo antes de collocados no seu logar.

8.º Todas as partes das quaes depende o bom funccionamento da machina devem ser vistas frequente-

mente.

9.º A machina e suas valvulas de distribuição deverão ser movidas todos os dias.

# MACHINAS DE CONDENSADOR DE SUPERFICIE

10.º Só e exclusivamente o oleo mineral de crane

será empregado para a lubrificação interna.

11.º As partes internas, cylindros, valvulas de distribuição, etc., serão frequentemente examinadas com todo o cuidado; limpar-se-hão perfeitamente antes de se fecharem as tampas, lubrificando-as com oleo mineral de crane.

12.º Ter-se-ha ó maior cuidado em não deixar depositar agua por muito tempo no interior da machina, fazendo-se uso para este fim das torneiras de purgar.

13.º Não se deixará accumular a agua nas camisas dos cylindros. The tradicity and buy samulas a sau tais



14.º Deverá prover-se por meio da torneira de ajuda á falta de agua doce proveniente dos condensadores.

15.º Ter-se-ha em suspensão no reservatorio da condensação e das bombas de alimentação bocados ou folhas de zinco para prevenir os effeitos da corrosão.

Estes reservatorios serão frequentemente examinados, sendo o estado em que se acharem, bem como o do zinco em suspensão, notado no caderno dos quartos da machina. Se a machina tiver de conservar-se em repouso durante algum tempo, a agua condensada deverá ser extrahida dos reservatorios, e as paredes d'estes recipientes limpas, seccas e cobertas com uma camada de pintura sendo necessario.

#### MACHINAS DE ALTA E BAIXA PRESSÃO

16.º O maior cuidado e a attenção mais escrupulosa será empregada pelos engenheiros machinistas no trabalho e entretenimento d'estas machinas. Devem estudar os meios para que do seu funccionamento e entretenimento resulte a maxima economia, e empregar toda a sua intelligencia no conhecimento completo dos principios sobre os quaes estas machinas são baseadas.

17.º Devem lembrar-se que, quando os cylindros são munidos de valvulas de expansão variavel, o uso d'este orgão não tem unicamente por fim o modificar o trabalho total desenvolvido pela machina; mas que deve sobretudo ser applicado intelligentemente para a repartição do trabalho em cada um dos cylindros, e que deve ser empregado para estabelecer a relação mais conveniente entre o de alta e o de baixa pressão. Julga-se na generalidade dos casos, que o uso judicioso das expan-



sões, sobretudo com andamento a pequena velocidade, augmenta o trabalho mechanico total por uma unidade dada de carvão, o que conduz a uma economia d'este ultimo; mas o seu principal fim, n'estas circumstancias, é o regularisar o trabalho feito em cada cylindro.

18.º Se não se fizesse uso d'estas expansões, acharse-ía provavelmente que, quando a machina funcciona com uma velocidade lenta, quasi todo o trabalho se faz no cylindro de alta pressão e que o indicado pelos cylindros de baixa pressão é apenas sufficiente para o seu proprio movimento, e por vezes mesmo acontece que os embolos d'estes cylindros são arrastados pelos de alta pressão.

19.º O engenheiro encarregado da machina deve exercer toda a sua intelligencia para descobrir qual a melhor relação que se deve estabelecer para as expansões, segundo os differentes graus de velocidade. Para este fim, o grau de expansão dos cylindros de baixa pressão mudar-se-ha uma vez por outra quando a machina funccione com velocidades diversas. As curvas do indicador tiradas em cada um dos cylindros, com introducções differentes, darão o meio de comparar o trabalho feito em cada um.

20.º Achar-se-ha que quanto mais elevado for o grau de expansão nos cylindros de baixa pressão, maior será a pressão no reservatorio (ou camara entre os dois cylindros), e por consequencia a contra pressão sobre o embolo do cylindro de alta pressão, será tambem maior, de sorte que, augmentando o grau de expansão nos cylindros de baixa pressão, o trabalho que elles desenvolvem será mais consideravel, e será menor no cylindro de alta pressão.



21.º No caso d'estas machinas não possuirem valvulas ou orgãos de expansão variavel, os engenheiros podem por vezes seguir as indicações acima, dentro de certos limites, expandindo o vapor por meio do quadrante, isto é, por meio de uma alteração no passeio da valvula de introducção; em muitos casos encontração uma grande economia procedendo d'este modo.

22.º Fazendo estas experiencias, os engenheiros devem ter cuidado em não terem uma pressão muito elevada na camara entre os cylindros para se não exagerar a expansão nos cylindros de baixa pressão.

Com andamento a toda a velocidade, ou muito proximo d'ella, o grau de expansão nos cylindros de baixa pressão, sendo muito elevado, a força desenvolvida n'elles será augmentada indevidamente, assim como os esforços exercidos sobre as manivellas.

23.º A camara de vapor entre os cylindros de alta e baixa pressão será munida de uma valvula de segurança, cuja carga corresponderá ao limite dos esforços

que não devem nunca ser excedidos.

As experiencias começarão com o maior grau de introducção nos cylindros de baixa pressão e serão conduzidas gradualmente até ao maior grau de expansão que se deverá obter.

24.º Especimens de curvas tiradas com os differentes graus de expansão serão fixados sobre a pagina

propria do caderno dos quartos da machina.

25.º Logo que se tenha determinado quaes os graus de expansão mais convenientes nos cylindros de baixa pressão, segundo as diversas velocidades das machinas, estes graus serão marcados sobre os apparelhos da propria machina, a fim de que possam seguir-se sem inde-



cisão quando seja necessaria uma modificação no seu andamento.

26.º São estes os pontos mais importantes e os que exigem mais attenção para o trabalho de uma machina de alta e baixa pressão; as outras partes d'estas machinas, sendo similhantes ás de condensador de superficie, as prescripções relativas áquellas são-lhe igualmente applicaveis.

27.º As machinas d'este novo typo, cuja conducta deve ser dirigida segundo os artigos acima, foram construidas especialmente em vista de obter uma grande economia de carvão; observar-se-ha pois que é da maior importancia realisar completamente este fim É preciso ter sempre presente no espirito que a preservação da machina é o primeiro dos deveres.

28.º Estas instrucções não devem ser consideradas senão como um guia, e não como contendo a exposição de todos os deveres que incumbem a um official engenheiro encarregado da machina.

#### CONDENSADORES DE SUPERFICIE

- 29.º Os tubos serão examinados, pelo menos, uma vez todos os seis mezes e perfeitamente limpos.
- 30." A gordura adherente aos tubos póde ser limpa, seja coçando-os com uma escova, depois dos condensadores terem sido cheios com uma forte solução de soda caustica ou de potassa, seja tirando-os fóra do condensador e limpando-os com a mesma solução ou aquecendo-os.
- 31.º As valvulas e tubos de inducção das bombas de circulação serão fechados, e deixar-se-ha a agua dos



condensadores saír para fóra logo que as machinas deixem de funccionar e fiquem em repouso.

32.º Quando as machinas pararem momentaneamente, as entradas de agua da bomba de circulação fechar-se-hão para impedir o accesso da agua para os

cylindros, no caso de haver fugas nos tubos.

33.º Ter se-ha cuidado em examinar as valvulas de inducção de coutchouc dos condensadores de superficie, pois se tem notado que o uso do oleo mineral de crane lhe faz crear bolhas, (embojar) e póde acontecer por vezes que as valvulas sobreponham umas sobre as outras; n'este caso cortar-se-hão na dimensão conveniente.

34.º As portas do reservatorio da condensação e do condensador deverão ser tiradas sempre que as machinas estiverem em repouso, e as paredes d'estes recipientes seccas.

#### CALDEIRAS EM GERAL

35.º Os officiaes engenheiros devem estar completamente ao facto da construcção geral e dos accessorios das caldeiras de que estão encarregados.

36.º A fim de protegerem as chapas e o escoramento contra os effeitos da ferrugem interior, é essencial que o interior das caldeiras seja coberto com uma camada de pintura que os proteja. Achou-se que a melhor protecção até ao presente, consiste em uma delgada camada de sal adherente á chapa; por conseguinte, todas as vezes que se fizer uso de caldeiras novas, ou cada vez que as chapas e o escoramento tenham sido descobertos ou postos a nú, deixar-se-ha a agua das caldeiras attingir um grau de concentração igual a pro-



ximamente tres vezes o da agua do mar, até que uma ligeira camada de sal seja depositada no interior. É preciso comtudo evitar que esta camada attinja uma espessura que seja nociva ao trabalho da caldeira.

37.º As caldeiras serão frequentemente examinadas durante os seis primeiros mezes de serviço; depois serão examinadas sempre que se proporcione occasião, pelo menos uma vez por mez ou depois de doze dias de marcha a vapor.

38.º As caldeiras serão cuidadosamente examinadas sempre que a machina deixar de trabalhar, e tomar-se-hão as medidas necessarias para prevenir e limpar os depositos de saes, especialmente sobre os tectos das fornalhas e sobre os lados.

39.º Durante estes exames dar-se-ha uma attenção especial ás chapas dos fundos e ás que ficam proximas do nivel de agua normal.

40.º Todos os tubos que têem communicação com o interior das caldeiras serão examinados para se conhecer não haja corpo algum que os obstrua antes de tapar as portas da caldeira.

41.º O resultado do exame das caldeiras será escripto no caderno dos quartos da machina.

42.º As causas que tiverem motivado o ter-se deixado de examinar as caldeiras no tempo competente serão também notadas no mesmo caderno.

43.º Todas as vezes que uma causa de corrosão activa for descoberta, ella será registada detalhadamente; um relatorio, contendo todas as informações relativas á causa supposta, será transmittido ao almirantado depois de ter sido communicado ao commandante em chefe.



44.º Os tubos e os conductos da chamma serão limpos logo que se tenha apagado o fogo, ou emquanto se trabalha com vapor, com auctorisação do commandante.

45.º A agua das caldeiras será pesada todas as

horas.

46.° e 47.° É essencial que em primeiro logar a agua das caldeiras seja mantida durante um curto espaço de tempo a proximamente tres vezes o grau de saturação da agua do mar, até que uma delgada camada protectora se tenha formado, como já ficou dito. Os officiaes engenheiros encarregados devem depois, durante o funccionamento ordinario das machinas, procurar qual a densidade mais conveniente para a agua das caldeiras, que não deve nunca exceder tres vezes o do sal contido na agua do mar, nem ser inferior a uma e meia vez a densidade da mesma agua. Os engenheiros machinistas guiar-se-hão na escolha do gran de concentração da agua segundo as differentes condições de funccionamento das machinas, as estações em que se acham, e sobretudo segundo o estado em que encontram as caldeiras na occasião em que as inspeccionam. As rasões para a adopção de tal ou tal densidade serão justificadas no caderno dos quartos da machina.

48.º Não se introduzirá nem sebo, nem oleo de origem vegetal, sob pretexto algum no interior das caldeiras, quer seja para impedir as ebullições ou por

qualquer outro motivo.

49.º Quando as caldeiras forem despejadas serão conservadas seccas e quentes; todas as partes accessiveis serão examinadas e limpas frequentemente e as partes inferiores pintadas com zarcão. alvaiade ou qualquer outra tinta protectora.



50.º e 54.º Quando as caldeiras não possam ser conservadas completamente seccas, poderão, se o engenheiro julgar conveniente, conservar-se inteiramente cheias.

52.º Qualquer que seja o plano adoptado para o entretenimento, será registado no caderno dos quartos

da machina.

53.º As caldeiras não devem ser empregadas como reservatorios de agua doce, nem cheias para servir de lastro quando o navio fizer só uso do panno.

54.º Se for feito o contrario das prescripções precedentes, mencionar-se-hão as rasões que motivaram o afastamento d'estas instrucções, enunciando o tempo durante o qual as caldeiras estiveram cheias.

55.º Quando se faz uso de uma caldeira qualquer para a distillação, verificar-se-ha se a communicação com as outras está interrompida ou interceptada.

56.º Deve regular-se o trabalho das caldeiras de modo que todas funccionem o mesmo numero de horas durante uma estação ou viagem.

57.º Deverá haver cuidado que as infiltrações de agua do convez não cáiam sobre as caldeiras, e não se collocarão objectos pesados sobre a parte do convez por cima d'ellas.

58.º Se a agua se demorar no porão no sitio da casa das caldeiras, deitar-se-ha n'ella uma pouca de caldiluida para evitar os effeitos da corrosão.

59.º As caldeiras não serão expostas a mudanças bruscas de temperatura, o fogo não será activado com o fim de obter vapor rapidamente, as portas da camara do fumo não se abrirão repentinamente, para impedir que uma viva corrente de ar frio venha chocar as extremidades dos tubos, contribuindo assim para que elles



apresentem fugas, e as valvulas de passagem e de segurança serão abertas gradualmente.

60.º As valvulas de segurança serão alliviadas temporariamente uma vez em cada quarto para se estar

seguro do seu livre funccionamento.

61.º Quando as machinas pararem de funccionar, o augmento de pressão do vapor nas caldeiras evitar-se-ha alliviando as valvulas de segurança, fazendo emprego da extracção e alimentação, e manobrando as partes destinadas a diminuir a tiragem da chaminé; as portas da camara do fumo (portas dos tubos) só serão abertas se se julgar absolutamente necessario.

62.º A altura, a densidade da agua e a pressão do vapor, conservar-se-hão constantes quando se funccione

acima de duas atmospheras de pressão.

63.º As torneiras de extracção (escumação) com os seus indices serão conservadas em bom estado.

64.º As valvulas de passagem e communicação serão abertas apenas se accenda o fogo nas fornalhas.

65.º As caixas das valvulas de passagem e das valvulas de segurança serão purgadas da agua que contiverem.

66.º A parte de traz e os lados das caldeiras devem ser sempre accessiveis, não se accumulará n'estas partes objecto algum em que possa pegar fogo, e a mesma precaução se tomará para a parte superior. Ter-se-ha cuidado que a ferrugem ou pó do carvão não se accumule entre a calotte e a saia da chaminé, e tomar-se-hão as precauções necessarias para que o fogo não possa communicar-se ao feltro das caldeiras. Se houver qualquer apprehensão de que o forro de madeira que sustenta o feltro ameaça queimar-se, cobrir-se-ha com qualquer composição não conductora do calor, ou pro-



teger-se-ha por outros quaesquer meios; quando os fogos tiverem sido apagados, levantar-se-hão as chapas de estrado para assegurar-se que não existe começo de incendio nas carlingas; cuidar-se-ha em pesquizar e observar pelo menos durante doze horas depois de ter-se apagado o fogo das fornalhas, em todos os logares em que possa haver probabilidade de poder pegar fogo.

67.º Remediar-se-ha tão immediatamente quanto possivel qualquer fuga na caldeira, seja de que natureza for; as chapas que ficam a descoberto serão pintadas

frequentemente.

68.º Os paioes de carvão, as chaminés e as frentes das caldeiras não serão nunca pintadas com cal; estas superficies serão perfeitamente limpas antes de se lhe applicar a pintura.

69.º As caldeiras não serão despejadas completamente pelas torneiras de descarga; o tempo decorrido entre o despejo das caldeiras e o apagar dos fogos será

notado no caderno dos quartos da machina.

70.º Todas as vezes que não possa conceder-se o tempo necessario para a limpeza das caldeiras, o commandante do navio inscreverá no caderno dos quartos da machina uma nota, na qual declarará os motivos que deram logar a este impedimento.

# CALDEIRAS DE MACHINAS PROVIDAS DE CONDENSADORES DE SUPERFICIE

71.º É necessaria a maior vigilancia, quando se descubra o menor signal de enfraquecimento nas chapas das caldeiras; far-se-ha a este respeito um relatorio detalhado, ao qual se ajuntarão esboços que represen-



tem a parte da caldeira que começou a ser atacada, os progressos feitos pela corrosão e os meios que se empregaram para a evitar, sendo este relatorio expedido ao commandante em chefe para ser transmittido ao almirantado.

72.º Julga-se geralmente que a causa da corrosão rapida das caldeiras d'este typo de machinas, é devida principalmente á acção corrosiva dos acidos gordos formados pela saponificação dos oleos empregados na lubrificação interna da machina que vão ao condensador; acidos que são transportados para as caldeiras pelas bombas de alimentação.

73.º Espera-se que o oleo mineral de crane remediará este grave inconveniente, attendendo a que a sua decomposição é muito lenta e que não possue propriedades acidas; no emtanto, como salvaguarda addicional, metter-se-ha proximamente (1 libra de carbonato de soda, 454 grammas) no reservatorio da condensação por cada tonelada de carvão queimado, a fim de neutralisar as partes acidas que possam ser transportadas para as caldeiras. Esta quantidade de carbonato de soda será introduzida uma ou duas vezes em cada quarto no reservatorio da condensação.

74.º Collocar-se-hão bocados de zinco suspensos nas partes convenientes das caldeiras, para fornecer uma protecção addicional ás chapas d'estas ultimas. O engenheiro encarregado terá cuidado, na occasião da inspecção das caldeiras, de examinar em que estado se acham estes bocados de zinco, inscrevendo os resultados da sua visita no caderno dos quartos da machina.

75.º No caso de ebulições excessivas (fermentação) poderá injectar-se uma pequena quantidade de oleo de



crane na caldeira, diminuindo-se então um pouco a lubrificação nos cylindros, porque o oleo injectado nas caldeiras será arrastado em parte para elles.

76.º Raras vezes se deve fazer uso das torneiras de escumar, porque é inutil lançar ao mar uma parte do oleo de crane que sobrenada na agua das caldeiras.

77.º As torneiras de descarga do fundo serão empregadas para a extracção, conservando-se fechadas

durante esta operação as de alimentar.

78.º Empregar-se-ha, para a distillação da agua destinada á guarnição, uma caldeira independente das que estão fornecendo na mesma occasião vapor para a machina. Se a caldeira que se destinar para a distillação estiver já fazendo parte do grupo que trabalha com a machina, far-se-ha n'elia uma grande descarga pelas valvulas de escumação, a fim de limpar a agua das materias oleosas que contém, antes de começar a fornecer vapor para aquelle fim.

79.º As caldeiras não serão conservadas durante um longo periodo funccionando sem mudar completamente a sua agua; se esta apparece turva, ou se parece provavel que ella se ache em condições acidas, as caldeiras serão despejadas e cheias com nova agua do mar,

se as circumstancias do serviço o permittirem.

80.º Remediar-se-ha immediatamente qualquer fuga de vapor que se produza, seja por que parte for da caldeira ou pelas valvulas de segurança.

# **ESQUENTADORES**

81.º Os esquentadores de vapor serão isolados sempre que as caldeiras deixem de o produzir, logo que as



machinas pararem e emquanto as portas dos tubos estiverem abertas.

82.º Logo que as caldeiras entrem em actividade, estabelecer-se-ha gradualmente a communicação entre

os esquentadores e as caldeiras.

83.º A temperatura do vapor nos esquentadores não excederá nunca 300º Far. (149º cent.) quando as caldeiras funccionem com uma pressão de 2 atmospheras; quando a pressão for superior a esta, a temperatura no esquentador não excederá 330º Far. (165º cent.) a menos que a experiencia não indique que se póde impunemente marchar a uma temperatura mais elevada.

- 84.º A temperatura á qual os esquentadores estão expostos não será impropriamente elevada activando os fogos sem precisão, seja por meio da ignição da ferrugem ou por outra qualquer causa. A temperatura do vapor nos esquentadores e a do mesmo vapor á entrada dos cylindros será inscripta no caderno dos quartos da machina.
- 85.º Não se deixará accumular a agua nos esquentadores, e limpar-se-ha a ferrugem ou pó de carvão que os cobre exteriormente.

86.º Purgar-se-hão uma vez em cada quarto para

lhe extrahir a agua que possam conter.

87.º Serão cuidadosamente examinados uma vez em cada mez, ou mais, se acaso se lhes descobrir qualquer signal de enfraquecimento.

88.º Serão conservados tão seccos e tão bem pintados quanto for possivel quando as caldeiras não funccio-

narem.



## CONDIÇÃO E DURAÇÃO DAS CALDEIRAS

89.º O engenheiro encarregado terá o maior cuidado em estimar a duração das caldeiras antes de as inscre-

ver no caderno dos quartos.

90.º Deve tambem ter presente á memoria que é responsavel pela segurança das caldeiras, especialmente quando ellas estão gastas, e a chapa delgada. Não deve suppor que esta responsabilidade seja diminuida em consequencia de ter notado no caderno dos quartos o estado em que as caldeiras se acham; ou porque qualquer relatorio (informação) dada pelos officiaes do arsenal tenha mencionado que ellas podem funccionar durante um certo tempo.

91.º Deve assegurar-se por si mesmo do estado das caldeiras e vigiar que se façam todos os esforços para as conservar em estado de funccionar, sobretudo quando são velhas e gastas, fazendo-lhes todos os concertos

necessarios para prolongar-lhes a duração.

92.º Deve, com approvação do commandante e a do mais antigo engenheiro presente se existe na proximidade, reduzir a carga sobre as valvulas de segurança quando julgue util fazel-o. Todas estas reducções serão escriptas no caderno dos quartos com explicação detalhada dos motivos que conduziram a ellas.

93.º Espera-se que as caldeiras que têem servido durante uma estação em um navio, serão conservadas n'um estado tal, que possam, depois de concertadas,

servir pelo menos para outra estação.



# Comparação das medidas metricas com as do systema inglez e inversamente

#### Medidas de peso

Angletonya, ana	Kilogrammas	Libras avoir du poids	Cwts quintaes	Toneladas
Gramma	0,001	0,0022		i streitte
Decagramma	0,010	0,022	gas <del>t</del> va	Physille
Hectogramma	0,100	0,220		-
Kilogramma	1,000	2,2046	0,019	0,00098
Quintal metrico	100,000	220,46	1,9684	0,0984
Tonelada metrica	1000,000	2204,62	19,684	0,984

Inglezas	Decimaes
1 Tonelada = 20 quintaes	Kilogrammas 1016,048
1 Quintal = 4 quartos ou 112 libras	» 50,82
1 Libra=16 onças	» 0,453

# Medidas de capacidade para liquidos e seccos

· Video The Wife	Litros	Pollegadas cubicas	Pés cubicos	Gallons	Bushels
Kilolitro	1000,0	-	35,347,	220,0	27,512
Hectolitro	100,0	_	3,53	22,0	2,751
Decalitro	10,0	640,28	0,353	2,2	0,275
Litro	1,0	61,02	0,0353	0,22	0,0275
Decilitro	0,1	6,1	-	0,022	0,0027
Centilitro	0,01	0,61	-	0,0022	<u>-</u>

Inglezas		Decimaes	
1 Quarter	Litros	290,625	
1 Bushel	»	36,328	
1 Peck	))	9,082	
1 Gallon=8 pints	))	4,541	
1 Pint	, »	0,5676	



### Medidas de comprimento

THE REPORT OF THE PARTY OF THE					
	Metros	Pollegadas	Pés	Jardas	Milhas
Myriametro	10000,0	1		-	6,2138
Kilometro	1000,0		3280,9	1093,6	0,62138
Hectometro	100,0	-	328,09	109,36	0,06243
Decametro	10,0		32,809	10,936	0,00624
Metro	1,0	39,37	3,2809	4,0936	0,00062
Decimetro	0,1	3,937	0,328	0,1093	_
Centimetro	0,01	0,393	0,0328	0,0109	<u>-</u>

The state of the s	1,685	eta in material and the
Inglezas	Decimaes	
1 Milha = 1760 jardas	Metros	1609,315
1 Fathom 2 »	))	1,8287
4 Jarda	»	0,9144
1 Pé 12 pollegadas	))	0,304
1 Pollegada $=$ $8/_8$ "	<b>))</b>	0,0254

### Medidas de superficie

committee on the second	Metros quadrados	Pollegadas quadradas	Pés quadrados	Jardas quadradas
Hectare	10000	<b>1</b> -		11960,0
Decare	1000	-	-	1196,0
Are	100	-	1076,4	449,6
Deciare	10	15501,0	107,64	11,96
Centiare	1	1550,1	10,764	1,196

Inglezas	Decimaes
1 Rood = 1210 jardas quad.	Metros quad. 1011,7
4 Perche = $30^{1/4}$ »	» 25,292
4 Jarda = 9 pés quadrados	» 0,8361
1 Pé = 144 pollegadas quad.	» 0,0929
1 Pollegada =	», 0,000645



#### Medidas de solidos

	Metros cubicos	Pollegadas cubicas	Pés cubicos	Jardas cubicas
Decastere	10,0	_	_	13,08
Stere	1,0	61028,0	35,317	1,308
Decistere	0,1	6402,8	3,5317	0,1308
Centistere	0,04	610,28	0,353	-

nglezas	Decimaes
1 Jarda cubica = 27 pés cubicos	Metros cub. 0,764513
1 Pé cubico = 1728 pollegadas cub.	" 0,028315
1 Pollegada cub. =	" 0,000016386

THE LANGE WESTER

refailed on mechanics profites. Presented do access elementaris de cammenca, arrives e sementris andisposarent para traffic, a namera dos dos dos dos encollences do incoloração, or elicito, — Volume de CHT parmas em 8 o francez, influênciam contrateros contrador mais de CHT parmas, intervidadas no lesto e o helios escrialpas. Ingra indisposarent aos industriales es luties as helios por profites en estados que desejarens por contratar que secure trabalhos anechanicos. — Frence 18000 refaired contratar que secure trabalhos anechanicos. — Frence 18000 refair

talis do regueiro conductor de machinas de vapor Aperovias pela asseriaria dos enconer es rivis perduguezos Livro escupio er Hessimado para servir de ensuanto pratico aos fegeros e contrarmenta com a portaria do ministera da marinha, que chaga esta ciasse de natividuos a sercan examinados. Conten 250 paginas con de teafres com basiantes gravuras injercaladas no texto e duas hel as estampas. 2.º edicato.—Preco 800 reis.

O engenheiro de algibeira — Lavra portafil e utilissimo especie de conte-mecum, onde so acham compendiadas grando quantifiace de formulas e dados praticos com applicação a engenheria nos seos differences, 3.º edição muito asgmentada. Este hivro deve ser e compuniero adispensavol, do contradrestre, do mestre, do architecta finalmente do engenheiro, para todos tem materia util Livrinto muito a contradrestre, do atalitas — Preco 800 rese

Breve dissertação sobre pharoce—A proposto de uma visita a expérição universal de Paris de 1867, Folheto de 80 pagnas em 6, trancez com uma hella estampa, impresso por conta do ministerio da normba.

roscorlo acerca das machinas mixtas de alta e dalka ries são --Edição espotada cuis matera as coma incluita no present

> FUNDACIÓN JUANELO TURRIANO

# OBRAS DO MESMO AUCTOR

- Guia de mechanica pratica—Precedida de noções elementares de arithmetica, algebra e geometria, indispensavel para facilitar a resolução dos diversos problemas de mechanica, 5.ª edição.—Volume de 558 paginas em 8.º francez, nitidamente impresso, contendo mais de 100 gravuras, intercaladas no texto e 5 bellas estampas. Livro indispensavel aos industriaes e a todos os individuos que desejarem pôr em pratica quaesquer trabalhos mechanicos.—Preço 45600 réis.
- Guia do fogueiro conductor de machinas de vapor —Approvado pela associação dos engenheiros civis portuguezes. Livro escripto expressamente para servir de ensinamento pratico aos fogueiros, e em harmonia com a portaria do ministerio da marinha, que obriga esta classe de individuos a serem examinados. Contém 230 paginas em 8.º francez com bastantes gravuras intercaladas no texto e duas bellas estampas, 2.ª edição.—Preço 800 réis.
- O engenheiro de algibeira Livro portatil e utilissimo, especie de vade-mecum, onde se acham compendiadas grande quantidade de formulas e dados praticos com applicação á engenheria nos seus differentes ramos, 3.ª edição muito augmentada. Este livro deve ser o companheiro indispensavel do contramestre, do mestre, do architecto e finalmente do engenheiro; para todos tem materia util. Livrinho nitidamente impresso, contendo mais de 150 tabellas. Preço 800 réis.
- Manual de noções elementares de technologia—Para uso dos alumnos do 1.º anno da escola primaria superior Rodrigues Sampaio e em geral para uso da mocidade estudiosa que se dedica á industria.—Preço 500 réis.
- Breve dissertação sobre pharoes—A proposito de uma visita á exposição universal de París de 1867. Folheto de 80 paginas em 8.º francez com uma bella estampa, impresso por conta do ministerio da marinha.
- Opusculo ácerca das machinas mixtas de alta e baixa pressão—Edição esgotada cuja materia se acha incluida no presente volume.

Todas as obras que têem o preço marcado acham-se à venda nas principaes livrarias de Lisboa.

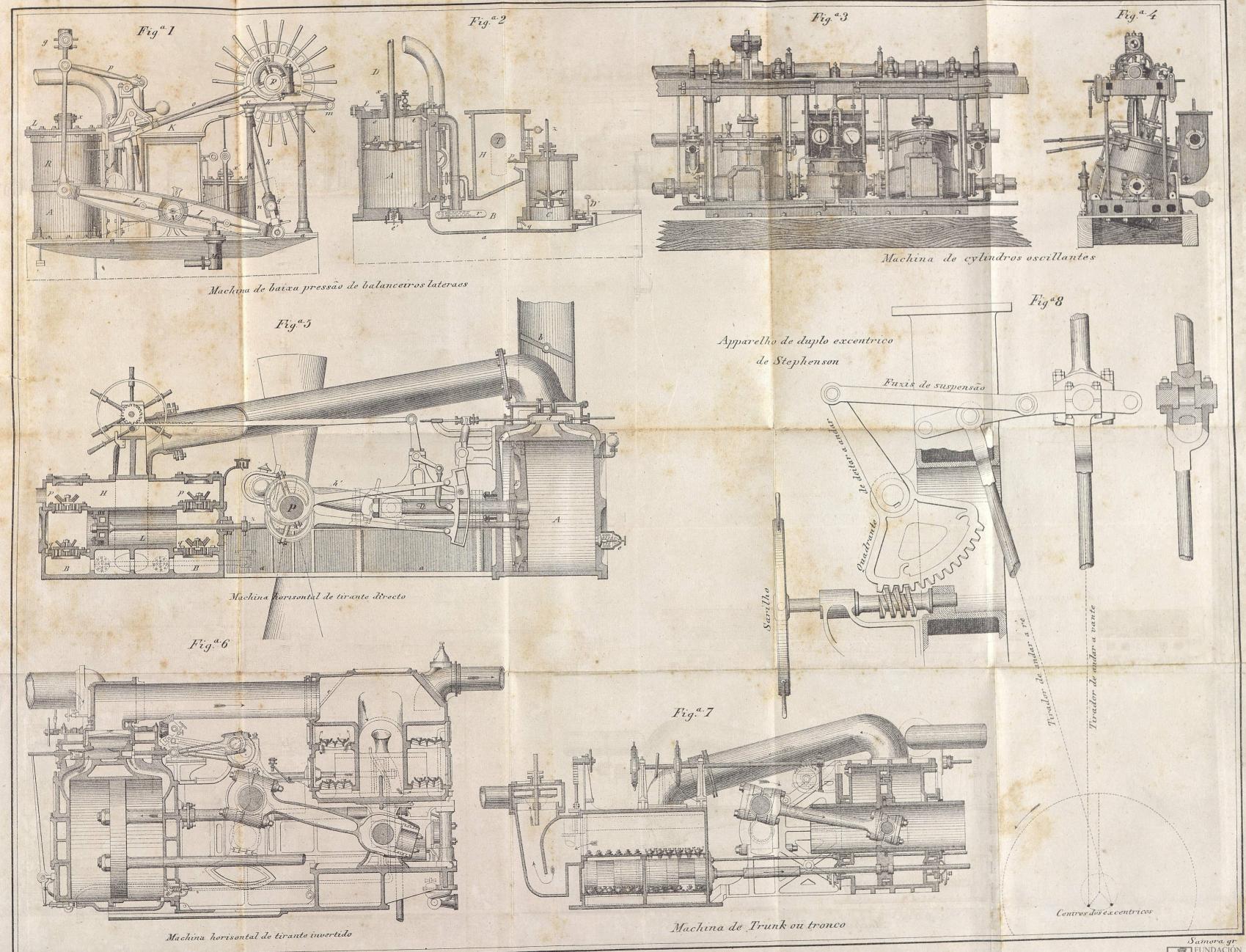


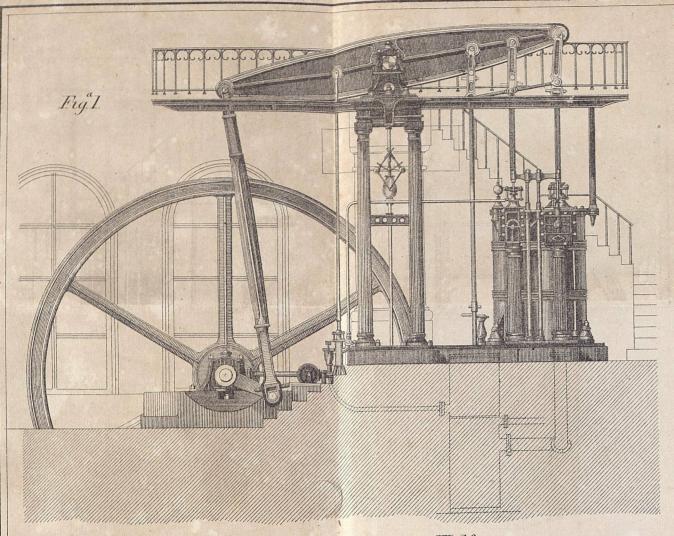


the restrict the second of the

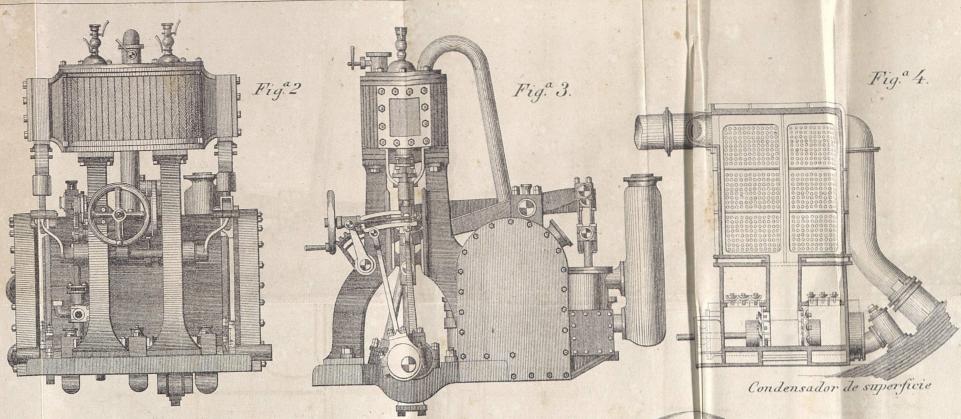
A CARDEN SEE COLORS SINGS OF THE CARD OF T

and control of the control of the property of the control of the c country program to turn the form of the form of the party of the first of the first

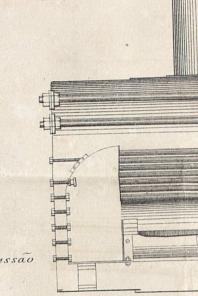




Machina de balanceiro systema Woolf



Machina d'alta e baixa pressão com condensador de superficie

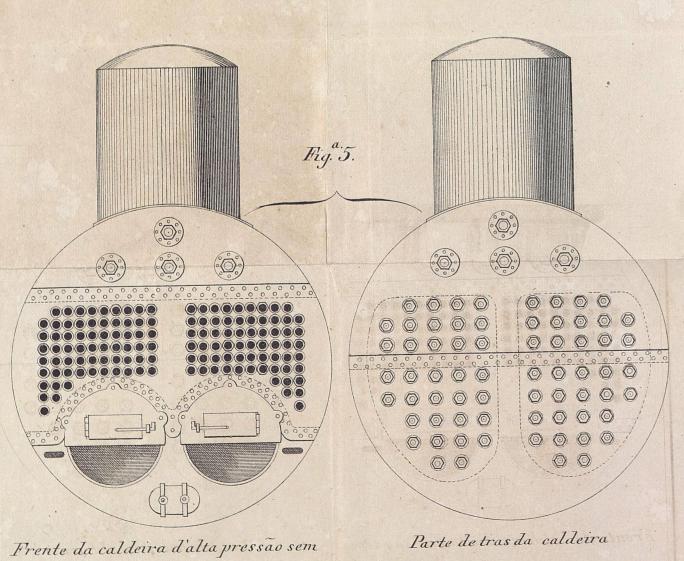


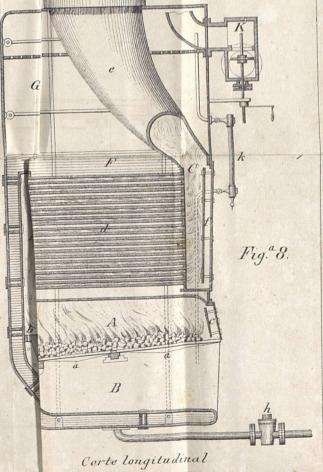
Corte d'uma caldeira de

Fig 6.



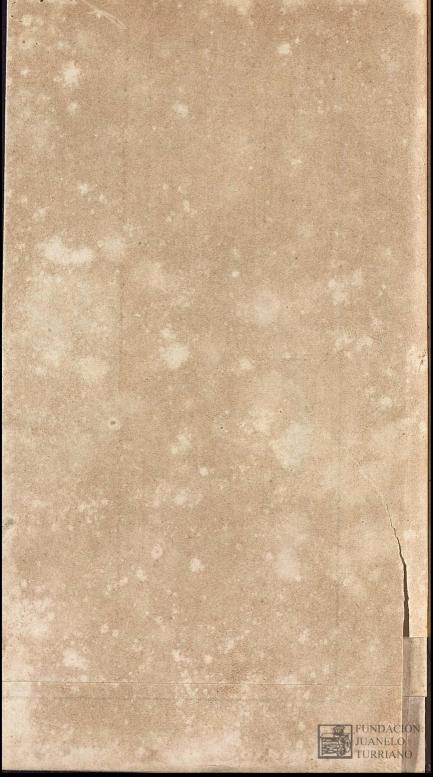
Caldeiras multitubolares de chamma reversapara baixa ou media pressão





Samora gr

camara de famo



Junes.

